



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Ηλεκτρονική Μάθηση.»
Ακαδημαϊκό έτος 2023-2024

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
της Μαρίνας Μερτύρη - Γιαγκιόζη (Α.Μ.: ΜΗΜ2344)

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
AUGMENTED REALITY CHEMISTRY GAME DESIGN

Επιβλέπων:

Καθηγητής Συμεών Ρετάλης

Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2024

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αυτή η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία υποβάλλεται ως μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Ηλεκτρονική Μάθηση» του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει αξιολογηθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό.

Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το Διαδίκτυο.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου. Σε κάθε περίπτωση, αναληθούς ή ανακριβούς δηλώσεως, υπόκειμαι στις συνέπειες που προβλέπονται τις διατάξεις που προβλέπει η Ελληνική και Κοινοτική Νομοθεσία περί πνευματικής ιδιοκτησίας.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Όνοματεπώνυμο: Μαρίνα Μερτύρη - Γιαγκιόζη

Αριθμός Μητρώου: ΜΗΜ2344

Υπογραφή:



Αφιερώνεται στην οικογένειά μου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη προς τον κ. Συμεών Ρετάλη, για την αμέριστη υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής διατριβής. Επιπρόσθετα, είμαι βαθύτατα ευγνώμων προς όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Ηλεκτρονική Μάθηση» στους οποίους οι γνώσεις, η εμπειρία και η ενθάρρυνση αποτέλεσαν καθοριστικής σημασίας για την ολοκλήρωση αυτού του μεταπτυχιακού.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με θέμα τον Περιοδικό Πίνακα, στο πλαίσιο της διδασκαλίας της Χημείας για μαθητές Λυκείου. Το παιχνίδι βασίζεται στην πλατφόρμα ARTutor, η οποία επιτρέπει την ενσωμάτωση ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου σε παραδοσιακά σχολικά εγχειρίδια. Στόχος της εργασίας είναι να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στη βελτίωση της κατανόησης αφηρημένων εννοιών της Χημείας, όπως τα χημικά στοιχεία και η σύνδεση αυτών με τις φυσικές τους ιδιότητες και τη σύνδεσή τους με τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα. Το παιχνίδι προσφέρει ένα διαδραστικό μαθησιακό περιβάλλον που συνδυάζει την ευχάριστη και διασκεδαστική προσέγγιση με την κατανόηση επιστημονικών εννοιών. Επιπλέον, παρέχονται οδηγίες για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη επιτραπέζιων παιχνιδιών με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας και αξιολογούνται τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Τέλος, γίνονται προτάσεις για μελλοντική εξέλιξη του παιχνιδιού, με στόχο την ευρύτερη εφαρμογή του στην εκπαίδευση των θετικών επιστημών.

Λέξεις κλειδιά: Επαυξημένη Πραγματικότητα, Χημεία, Περιοδικός Πίνακας, επιτραπέζιο παιχνίδι, ARTutor

Abstract

This thesis focuses on the design and development of an augmented reality (AR) board game on the Periodic Table, in the context of teaching chemistry to high school students. The game is based on the ARTutor platform, which allows the integration of digital educational content into traditional textbooks. The aim of the project is to investigate the effectiveness of using augmented reality in improving the understanding of abstract concepts in chemistry, such as chemical elements and their connection to their physical properties and their connection to their position in the Periodic Table. The game offers an interactive learning environment that combines a fun and entertaining approach with an understanding of scientific concepts. In addition, guidelines for designing and developing board games using augmented reality are provided and educational outcomes are evaluated. Finally, suggestions are made for future development of the game with a view to its wider application in science education.

Keywords: Augmented Reality, Chemistry Education, Periodic Table, Educational Board Game, ARTutor

Περιεχόμενα

Ευρετήριο Εικόνων	9
Ευρετήριο Πινάκων	10
Συντομογραφίες	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Εκπαίδευση και μάθηση της Χημείας με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας	12
1.2 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας	18
1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	18
2. ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ & ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (ΕΠ) ΜΕ ARTutor	20
2.1 Εισαγωγή στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) με το ARTutor	20
2.2 Σχεδιασμός επιτραπέζιων παιχνιδιών με το ARTutor	24
2.3 Πλεονεκτήματα επιτραπέζιων παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας	27
2.4 Εκπαιδευτικά παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα της Χημείας ή γενικότερα στις θετικές επιστήμες	31
3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	39
3.1 Η βασική ιδέα και ο σκοπός του παιχνιδιού	39
3.2 Το μαθησιακό περιεχόμενο	40
3.3 Οι εκπαιδευτικοί στόχοι	40
3.4 Συμβατότητα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών	42
3.5 Δομικά στοιχεία παιχνιδιού/Μηχανισμοί	43
3.5.1 Η ομάδα στόχου	43
3.5.2 Οι παίκτες	43
3.5.3 Ο στόχος του παιχνιδιού	44
3.5.4 Πώς παίζεται το παιχνίδι	44
3.5.5 Ο εξοπλισμός	45
3.5.6 Νίκη/Ήττα	46

3.5.7 Οι κανόνες του παιχνιδιού	46
3.6 Οπτικοποίηση παιχνιδιού	47
3.6.1 Το ταμπλό του παιχνιδιού	48
3.6.2 Προετοιμασία παιχνιδιού	49
3.6.3 Εκκίνηση παιχνιδιού	50
3.6.4 Η σειρά κάθε παίκτη	50
3.6.5 Εμφάνιση μαθησιακού υλικού	51
3.6.6 Οι κάρτες	51
3.6.7 Τέλος παιχνιδιού – Νικητής	52
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	54
4.1 Επισκόπηση του παιχνιδιού	54
4.2 Πιθανές βελτιώσεις ή προτάσεις για μελλοντική εργασία στο παιχνίδι	56
Βιβλιογραφικές αναφορές	58

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Περιεχόμενα παιχνιδιού.....	48
Εικόνα 2 Ταμπλό παιχνιδιού “the Periodic Table ARventure”	49
Εικόνα 3 Κάρτα- Σημειωματάριο “the Periodic Table ARventure”.	49
Εικόνα 4 Σταθμός έναρξης παιχνιδιού “the Periodic Table ARventure”.	50
Εικόνα 5 Ο QR κωδικός του παιχνιδιού.	50
Εικόνα 6 Μετακίνηση σύμφωνα με το ζάρι.	51
Εικόνα 7 Παράδειγμα αντιστοιχίας τετραγώνου με κάρτα.	51
Εικόνα 8 Ερώτηση quiz που αντιστοιχεί για το τετράγωνο - κάρτα του Ασβεστίου.	52
Εικόνα 9 Κάρτα συμπλήρωσης απαντήσεων.	52
Εικόνα 10 Τερματικός σταθμός παιχνιδιού.	53

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Οι εκπαιδευτικοί στόχοι του παιχνιδιού με βάση την Αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom.	42
---	----

Συντομογραφίες

ΕΠ : Επαυξημένη Πραγματικότητα

AR : Augmented Reality

QR κωδικός: Quick-response code, κωδικός γρήγορης ανταπόκρισης

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εκπαίδευση και μάθηση της Χημείας με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί μια από τις πλέον σημαντικές τεχνολογίες που μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαίδευση, η οποία κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος. Αυτό συμβαίνει επειδή συνδυάζει το πραγματικό περιβάλλον με την ψηφιακή πληροφορία, επιτρέπει δηλαδή την ταυτόχρονη χρήση πραγματικών και εικονικών αντικειμένων, και τελικά προσφέρει περισσότερο ευέλικτες δυνατότητες για διδασκαλία και μάθηση, εξυπηρετώντας τις εκπαιδευτικές ανάγκες μαθητών με διαφορετικά μαθησιακά προφίλ (Γρίβας κ. συν., 2016· Ιατράκη & Μικρόπουλος, 2022). Εξάλλου, οι σύγχρονοι μαθητές είναι «ψηφιακοί ιθαγενείς» που χρησιμοποιούν την ψηφιακή τεχνολογία στις καθημερινές τους δραστηριότητες, γεγονός που δεν αφήνει το περιθώριο στην εκπαίδευση να λειτουργεί με παραδοσιακούς τρόπους μάθησης, όπου οι μαθητές είναι απλοί δέκτες πληροφοριών και η μόνη πηγή γνώσης είναι ο δάσκαλος (European Commission, 2011).

Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Tom Caudell το 1992 για να περιγράψει την σε πραγματικό χρόνο θέαση ενός πραγματικού περιβάλλοντος που εμπλουτίζεται με ψηφιακά στοιχεία (Ζιάκα κ. συν., 2020). Ο εμπλουτισμός των πληροφοριών με ψηφιακά στοιχεία μπορεί να γίνει και σε συνθήκες έμμεσης προβολής του πραγματικού περιβάλλοντος, όπως είναι η ζωντανή ροή ενός βίντεο (Van Krevelen & Poelman, 2010). Για την κατασκευή ενός περιβάλλοντος ΕΠ απαιτείται η ύπαρξη βασικού εξοπλισμού hardware, δηλαδή η ύπαρξη ενός υπολογιστή ή οποιασδήποτε ψηφιακής φορητής συσκευής, οθόνη, κάμερα, κάρτα δικτύου και στοιχεία του πραγματικού περιβάλλοντος, ώστε να συνδυαστούν με το εικονικό περιβάλλον που θα δημιουργηθεί. Επιπλέον, απαιτείται και η ύπαρξη βασικού εξοπλισμού software, δηλαδή ένα πρόγραμμα λειτουργίας επαυξημένης πραγματικότητας και σύνδεση με το διαδίκτυο. Η μέχρι τώρα έρευνα δείχνει ότι για τις εφαρμογές ΕΠ στην εκπαίδευση αξιοποιείται κυρίως ο συνδυασμός κάμερα-

υπολογιστής ενώ οι φορητές συσκευές (έξυπνα τηλέφωνα ή και ταμπλέτες) φαίνεται να κάνουν την είσοδό τους κυρίως την τελευταία δεκαετία (Γρίβας κ. συν., 2016· Mazzuco et al., 2022).

Συνολικά, τα συστήματα ΕΠ έχουν τρία βασικά χαρακτηριστικά: α) συνδυάζουν το πραγματικό με το εικονικό, β) παρέχουν διάδραση σε πραγματικό χρόνο και γ) παρέχουν τρισδιάστατη εμπειρία (Ζιάκα κ. συν., 2020· Rizov & Rizova, 2015). Έτσι, η ΕΠ αποτελεί την εξέλιξη της εικονικής πραγματικότητας, από την οποία διαφοροποιείται λόγω της ένταξης στοιχείων και του πραγματικού κόσμου στη διάδραση με το άτομο που τη χρησιμοποιεί. Με αυτήν την έννοια, η ΕΠ εμπλουτίζει την πραγματικότητα, χωρίς να την αντικαθιστά.

Ειδικά για τις φυσικές επιστήμες η ενσωμάτωση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη. Καθώς ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των φυσικών επιστημών είναι ο συχνά ασαφής και αποσυνδεδεμένος από την καθημερινότητα χαρακτήρας των εννοιών των φυσικών επιστημών, οι μαθητές δυσκολεύονται να κατασκευάσουν τις κατάλληλες νοητικές αναπαραστάσεις, για να αφομοιώσουν τις διδασκόμενες έννοιες. Το μάθημα της χημείας θεωρείται ως ένα δύσκολο μάθημα, καθώς εμπεριέχει αφηρημένες έννοιες και τεχνική ορολογία. Παράλληλα, οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν και να σκεφτούν χρησιμοποιώντας συμβολικές αναπαραστάσεις, γεγονός που απομακρύνει τη μαθησιακή διαδικασία από την πραγματική ζωή (Chen & Liu, 2020). Ακόμη πιο ειδικά, το μάθημα της χημείας είναι ένα κατεξοχήν εργαστηριακό μάθημα και η δημιουργία εικονικού εργαστηριακού περιβάλλοντος εξοικονομεί πόρους ενώ παράλληλα αποτελεί και ένα ασφαλές περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν μειώνοντας στο ελάχιστο το ενδεχόμενο ατυχήματος (Γρίβας κ. συν., 2016· Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022). Επιπλέον, οι έννοιες της χημείας που σχετίζονται με τον μικρόκοσμο προβάλλονται με περισσότερο κατανοητό τρόπο μέσα από τρισδιάστατες απεικονίσεις και, τελικά, ενισχύεται το γνωστικό αποτέλεσμα (Δαλακώστα & Παυλάτου, 2019· Mazzuco et al., 2022).

Τα οφέλη από τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι πολλαπλά και σχετίζονται τόσο με τον γνωστικό όσο και με τον συναισθηματικό και

ψυχοκινητικό τομέα. Πιο αναλυτικά, η χρήση της ΕΠ φαίνεται ότι επηρεάζει πρωτίστως των γνωστικό τομέα καθώς βελτιώνει την απόδοση των μαθητών, προάγει τη διατήρηση της γνώσης, μιας και οι μαθητές αφομοιώνουν όσα έχουν διδαχθεί και αναπτύσσουν μεταγνωστικές δεξιότητες, βελτιώνει τη μνήμη και προωθεί την κατανόηση επιστημονικών εννοιών (Γρίβας κ. συν., 2016· Falah et al., 2024· Mazzuco et al., 2022). Επιπρόσθετα, βελτιώνει τις τεχνικές δεξιότητες των μαθητών μειώνει την πιθανότητα λάθους, βελτιώνει τις ερευνητικές δεξιότητες και οξύνει την κριτική σκέψη (Falah et al., 2024). Αναφορικά με τον συναισθηματικό τομέα φαίνεται ότι οι εφαρμογές ΕΠ και η ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία αυξάνουν το κίνητρο των μαθητών και ενεργοποιεί το ενδιαφέρον τους (Chen & Liu, 2020· Falah et al., 2024). Ακόμα, αυξάνει την αυτοπεποίθηση και κάνει το μάθημα περισσότερο διασκεδαστικό, μειώνοντας το άγχος των μαθητών μέσα από την παιγνιώδη προσέγγιση του μαθήματος (Falah et al., 2024· Mazzuco et al., 2022). Τέλος, αναφορικά με το ψυχοκινητικό τομέα, η αξιοποίηση της ΕΠ επιτρέπει την οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών που δεν μπορούν να παρατηρηθούν στην πραγματική ζωή. Επιπρόσθετα, καλλιεργεί την οπτικοχωρική δεξιότητα και βελτιώνει την πραγματική αίσθηση λειτουργίας για τους χρήστες (Mazzuco et al., 2022· Sari & Sinaga, 2021). Συνολικά, φαίνεται ότι η ένταξη της ΕΠ στη διδασκαλία της χημείας αυξάνει τη μαθησιακή αυτονομία.

Παρά τα παραπάνω οφέλη, η ένταξη της ΕΠ στη διδακτική πρακτική ενέχει και κάποια εμπόδια. Τα εμπόδια που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετίζονται με τη δυσκολία των μαθητών να χρησιμοποιήσουν κάποια περιβάλλοντα ΕΠ, την επικέντρωση των μαθητών στην παιγνιώδη πλευρά των ψηφιακών περιβαλλόντων, με αποτέλεσμα να αποσπάται η προσοχή από τους μαθησιακούς στόχους, καθώς και με τα τεχνικά προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τον σχεδιασμό και υλοποίηση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με χρήση ΕΠ (Falah et al., 2024· Mazzuco et al., 2022). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί ότι κάποια περιβάλλοντα ΕΠ προκαλούν γνωστική υπερπληροφόρηση και, προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα, πρέπει να μειωθεί ο γνωστικός φόρτος που επιβάλλει το

λογισμικό στους μαθητές (Mazzuco et al., 2022). Πολύ σημαντικό εμπόδιο αποτελεί επίσης και η δυσκολία στην εξεύρεση δωρεάν εφαρμογών και ανοιχτών εκπαιδευτικών πόρων που να καλύπτουν τις εκπαιδευτικές ανάγκες για τη διδασκαλία της χημείας με άρτιο τρόπο (Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022).

Πέρα από τα παραπάνω ζητήματα που σχετίζονται κυρίως με το τεχνολογικό κομμάτι της ΕΠ, εγείρονται και εμπόδια που αφορούν στην παιδαγωγική κουλτούρα συνολικά. Πιο συγκεκριμένα, η αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να αντιμετωπίζεται με καχυποψία από κάποιους εκπαιδευτικούς είτε λόγω άγνοιας του τρόπου με τον οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί αυτή η νέα τεχνολογία είτε λόγω του πρόσθετου φόρτου εργασίας που συνεπάγεται η δημιουργία περιβαλλόντων ΕΠ για τους εκπαιδευτικούς (Falah et al., 2024). Ακόμη, ο περιορισμός που θέτουν τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών και ο συγκεκριμένος όγκος διδακτέας ύλης που πρέπει να καλυφθεί σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα δεν αφήνουν περιθώρια για καινοτομία στη διδακτική πρακτική. Σε κάθε περίπτωση, για την επιτυχή ενσωμάτωση της ΕΠ στην εκπαιδευτική πρακτική βασική προϋπόθεση είναι η εξοικείωση των συμμετεχόντων στην εκπαιδευτική διαδικασία με την ψηφιακή τεχνολογία καθώς και η ύπαρξη ανάλογης υλικοτεχνικής υποδομής και διαθέσιμου λογισμικού (Kerawalla et al., 2006).

Ειδικά για την Ελλάδα στην κατεύθυνση του ελεύθερου λογισμικού, κατάλληλου για τη διδασκαλία της χημείας οι Λυτρίδης κ. συν. (2018) δημιούργησαν την πλατφόρμα ARTutor, η οποία δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν περιεχόμενο ΕΠ για τα υπάρχοντα σχολικά εγχειρίδια. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι ελεύθερης πρόσβασης και αποτελείται από μια web-based εφαρμογή μαζί με την αντίστοιχη εφαρμογή κινητής συσκευής, μέσω της οποίας εξασφαλίζεται η πρόσβαση και η αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο ΕΠ. Η εφαρμογή ARTutor δίνει επίσης τη δυνατότητα στους μαθητές να διατυπώνουν προφορικά ερωτήσεις και να παίρνουν απαντήσεις που βασίζονται στο περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου (Λυτρίδης κ. συν., 2018). Για τη χρήση του εν λόγω λογισμικού δεν απαιτείται εξειδικευμένος εξοπλισμός και η εγκατάστασή του είναι ιδιαίτερα

απλή σε οποιαδήποτε φορητή ψηφιακή συσκευή. Το ARTutor αποτελεί μια πολύ καλή προσπάθεια να γεφυρωθεί η απόσταση μεταξύ των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας και του διερευνητικού χαρακτήρα της μάθησης που επιχειρείται μέσα από την αξιοποίηση συστημάτων ΕΠ.

Πέρα από το ARTutor, το οποίο παρουσιάζεται αναλυτικά σε επόμενη ενότητα της παρούσας εργασίας, στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εκπαιδευτικά λογισμικά για το γνωστικό αντικείμενο της χημείας.

- ChemSketch Freeware: Είναι ένα λογισμικό ελεύθερης προσβασιμότητας μέσω του οποίου μπορεί κανείς να σχεδιάσει χημικές ενώσεις και να τις αναπαραστήσει με δισδιάστατο ή και τρισδιάστατο τρόπο. Το βασικό του πλεονέκτημα συνίσταται στο ότι αποτελεί ένα λογισμικό ελεύθερης πρόσβασης αλλά από την άλλη ο χειρισμός του συγκεκριμένου λογισμικού προϋποθέτει ψηφιακές γνώσεις προχωρημένου επιπέδου.
- Chemist: Η συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί ένα εικονικό εργαστήριο στο οποίο έχει κανείς πρόσβαση μέσω φορητής ψηφιακής συσκευής. Στα πλεονεκτήματα της εφαρμογής συγκαταλέγεται ο ιδιαίτερα ρεαλιστικός τρόπος με τον οποίο γίνεται η απεικόνιση αλλά και οι πολλές δυνατότητες που προσφέρει η χρήση του λογισμικού. Συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να φτιάξει διαλύματα να τα επεξεργαστεί σε ένα περιβάλλον ρεαλιστικής προσομοίωσης. Στα μειονεκτήματα του λογισμικού συγκαταλέγεται η μη συνεργατική αλληλεπίδραση των χρηστών, καθώς η εφαρμογή δημιουργεί αλληλεπίδραση μεταξύ ενός μεμονωμένου χρήστη και του εργαστηρίου. Επιπλέον, δίνει περιορισμένη γκάμα ως προς τα πειράματα που μπορούν να εκτελεστούν από τον χρήστη.
- IYdium vLab: Και αυτό το λογισμικό είναι ένα λογισμικό ελεύθερης πρόσβασης. Παρόλο που κατασκευάστηκε σε πανεπιστήμιο των ΗΠΑ το συγκεκριμένο λογισμικό είναι διαθέσιμο σε αρκετές γλώσσες, μεταξύ των οποίων και τα ελληνικά. Μέσω του IYdium vLab οι χρήστες μπαίνουν σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης εργαστηρίου. Μέσα στο

συγκεκριμένο λογισμικό οι χρήστες μπορούν να βρουν 39 έτοιμα πειράματα που σχετίζονται με την εκπαιδευτική ύλη των σχολικών εγχειριδίων. Κάθε πείραμα πλαισιώνεται από τις αντίστοιχες οδηγίες. Το λογισμικό προσφέρει επίσης τη δυνατότητα δημιουργίας νέων πειραμάτων αλλά και την αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών και εργαστηριακού περιβάλλοντος. Απευθύνεται σε μαθητές γυμνασίου και λυκείου και στόχος του είναι να εξοικειώσει τους μαθητές με την ορολογία της επιστήμης της χημείας. Με τη δημιουργία κατάλληλων φύλλων εργασίας οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν το συγκεκριμένο λογισμικό τόσο σε περιβάλλοντα δια ζώσης όσο και σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως διδασκαλίας. Το βασικό πλεονέκτημα του Iridium vLab είναι ότι αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσομοίωση ενός χημικού εργαστηρίου αλλά το λογισμικό του μπορεί να δυσκολέψει αρκετά τον χρήστη. Παρόλα αυτά, το συγκεκριμένο λογισμικό είναι ανάμεσα σε αυτά που προτείνονται από του Υπουργείο Παιδείας για την εκτέλεση πειραμάτων σε περιβάλλον προσομοίωσης.

- **Model Chem Lab:** Ακόμα ένα λογισμικό προσομοίωσης εργαστηρίου χημείας που κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ. Η βασική του διαφοροποίηση με τα προηγούμενα λογισμικά είναι ότι αποτελεί εμπορικό προϊόν, το οποίο διατίθεται προς αγορά στην στάνταρ και στην επαγγελματική έκδοση. Ως εμπορικό προϊόν είναι αρκετά εξειδικευμένο με αποτέλεσμα να είναι μάλλον δυσνόητο ως προς τη χρήση αλλά και ως προς το περιεχόμενό του για μαθητές ενώ ταυτόχρονα διατίθεται αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα.
- **Virtual Chemistry Laboratory:** Το Virtual Chemistry Laboratory αποτελεί ακόμη ένα περιβάλλον εικονικού εργαστηρίου χημείας που διατίθεται δωρεάν. Με την είσοδό του στο συγκεκριμένο λογισμικό ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί σε έναν εικονικό χώρο εργασίας, ένα χώρο που περιέχει εργαστηριακά όργανα και σε μια αποθήκη με χημικές ουσίες. Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να διαδράσει ο χρήστης με το εικονικό περιβάλλον είναι αρκετά απλός αλλά το λογισμικό είναι διαθέσιμο αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα.

- PhET Colorado: Το τελευταίο από τα δημοφιλή λογισμικά που μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διδασκαλία του μαθήματος της χημείας. Πρόκειται για ένα λογισμικό που έχει κατασκευαστεί επίσης σε πανεπιστήμιο των ΗΠΑ, διατίθεται δωρεάν και λειτουργεί με ή και χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο. Πέρα από τις εφαρμογές για το μάθημα της χημείας, προσφέρει προσομοιώσεις και για το μάθημα της φυσικής και των μαθηματικών. Από τα παραπάνω λογισμικά είναι το μόνο που παρέχει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης και μεταξύ συμμαθητών, οι οποίοι έχουν τον ρόλο του ερευνητή, προσπαθώντας να επιλύσουν διάφορα προβλήματα που άπτονται του μαθησιακού αντικειμένου που ενδιαφέρει κάθε φορά. Ειδικά για το μάθημα της χημείας οι χρήστες μπορούν να βρουν 27 προσομοιώσεις γενικής χημείας και δύο (2) προσομοιώσεις κβαντικής χημείας (Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022).

1.2 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για τη διδασκαλία του Περιοδικού Πίνακα στο μάθημα της χημείας. Για τον σχεδιασμό του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε το σχολικό εγχειρίδιο της Α' Λυκείου και το αντίστοιχο βιβλίο του εκπαιδευτικού, προκειμένου να καλυφθεί το μαθησιακό περιεχόμενο, να καθοριστούν οι εκπαιδευτικοί στόχοι και να εξασφαλιστεί η συμβατότητα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της συγκεκριμένης βαθμίδας εκπαίδευσης. Επιπρόσθετα, για τον σχεδιασμό ψηφιακών αρχείων επαυξημένης πραγματικότητας αξιοποιήθηκε η πλατφόρμα ARTutor. Επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι η διαμόρφωση ενός πλαισίου μεθοδολογίας για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού ΕΠ για τη διδασκαλία της χημείας, η καταγραφή των παραγόντων που επηρεάζουν τη χρήση του παιχνιδιού καθώς και η αξιολόγηση του ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα αλλά και ως προς τη χρήση του.

1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, η παρούσα εργασία έχει δομηθεί σε τέσσερα (4) κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αποσαφηνίζεται η

έννοια της Επαυξημένης Πραγματικότητας και αναλύεται η συνεισφορά της στην εκπαιδευτική διαδικασία των φυσικών επιστημών. Επιπλέον, γίνεται αναφορά και στα εμπόδια που προκύπτουν κατά την αξιοποίησή της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στη συνέχεια διατυπώνεται ο σκοπός της εργασίας και παρουσιάζεται η δομή της.

Το δεύτερο κεφάλαιο επικεντρώνεται στα επιτραπέζια εκπαιδευτικά παιχνίδια που βασίζονται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα και ειδικά στην αξιοποίηση της πλατφόρμας ARTutor. Πιο αναλυτικά, γίνεται αναφορά στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να σχεδιαστεί ένα επιτραπέζιο παιχνίδι με την αξιοποίηση του ARTutor για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αφού γίνει αναφορά στα πλεονεκτήματα που έχουν τα επιτραπέζια παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας ως προς τα μαθησιακά τους αποτελέσματα γενικά, πραγματοποιείται επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας αναφορικά με τη χρήση τους στη διδασκαλία των θετικών επιστημών και ειδικότερα στο μάθημα της χημείας.

Στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός πρωτότυπου επιτραπέζιου παιχνιδιού ΕΠ, το “The Periodic Table ARventure”, που μπορεί να αξιοποιηθεί για τη διδασκαλία του μαθήματος της χημείας. Συγκεκριμένα, αναφέρεται η βασική ιδέα και ο σκοπός του παιχνιδιού, το μαθησιακό του περιεχόμενο, οι εκπαιδευτικοί στόχοι που εξυπηρετεί καθώς και η συμβατότητά του με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Έπειτα, παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία του παιχνιδιού και ο τρόπος με τον οποίο παίζεται.

Η εργασία ολοκληρώνεται με το τέταρτο κεφάλαιο στο οποίο διατυπώνονται τα συμπεράσματα και γίνονται προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη του συγκεκριμένου επιτραπέζιου παιχνιδιού.

2. ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ & ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (ΕΠ) ΜΕ ARTutor

2.1 Εισαγωγή στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) με το ARTutor

Όπως ήδη αναλύθηκε στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, τα οφέλη από την αξιοποίηση της ΕΠ στη μαθησιακή διαδικασία είναι πολλά και εμπιπτουν τόσο στον γνωστικό, όσο και στον συναισθηματικό και ψυχοκινητικό τομέα. Με αυτό το δεδομένο, η ΕΠ έχει αξιοποιηθεί για την κατασκευή εκπαιδευτικού υλικού σε διάφορες μορφές, όπως βιβλία ΕΠ, επιτραπέζια παιχνίδια, δωμάτια διαφυγής, εφαρμογές ανακαλυπτικής μάθησης, μοντελοποίηση αντικειμένων ή ακόμα και για εξατομικευμένη μάθηση μέσα από αλληλεπίδραση ζωντανών διαλέξεων (Lytridis et al., 2018· Terzopoulos et al., 2022). Τα εκπαιδευτικά βιβλία ΕΠ είναι βιβλία οι σελίδες των οποίων έχουν εμπλουτιστεί με ψηφιακό περιεχόμενο. Ο αναγνώστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτό το περιεχόμενο μέσω μια οποιασδήποτε φορητής ηλεκτρονικής συσκευής ή ακόμα και μέσω σταθερού υπολογιστή, αρκεί αυτή η συσκευή να διαθέτει κάμερα (Lytridis et al., 2018). Επιπλέον, έχουν δημιουργηθεί εφαρμογές ΕΠ που επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν διάφορα σενάρια ή και serious games με στόχο την αποκαλυπτική μάθηση ή και την επίλυση προβλημάτων (Lytridis et al., 2018).

Μία από αυτές τις εφαρμογές ΕΠ που δημιουργήθηκαν για εκπαιδευτικούς λόγους είναι και το ARTutor. Το ARTutor είναι μια εκπαιδευτική πλατφόρμα που αποτελείται από ένα εργαλείο συγγραφής ΕΠ και δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να εμπλουτίσουν το περιεχόμενο των βιβλίων, χωρίς μάλιστα να απαιτείται από τους εκπαιδευτικούς να έχουν ειδικές γνώσεις προγραμματισμού, και από μια εφαρμογή, που μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιαδήποτε φορητή ψηφιακή συσκευή, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η πρόσβαση και η αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο ΕΠ με το οποίο έχουν εμπλουτιστεί τα βιβλία. Εκπαιδευτικοί και μαθητές μπορούν να προσθέσουν ψηφιακό περιεχόμενο στα βιβλία, όπως εικόνες, βίντεο, αρχεία ήχου και τρισδιάστατα αντικείμενα (Terzopoulos et al., 2022). Ένα ειδικό

χαρακτηριστικό του ARTutor, επίσης, είναι το δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να χρησιμοποιούν φωνητικές εντολές και να διατυπώνουν προφορικά ερωτήσεις, παίρνοντας απαντήσεις που βασίζονται στο περιεχόμενο του βιβλίου σε πραγματικό χρόνο (Lytridis et al., 2018).

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πλατφόρμα ARTutor αποτελείται από δύο μέρη, το εργαλείο συγγραφής το οποίο βασίζεται σε εφαρμογή web μέσω της οποίας γίνεται η μεταφόρτωση του εκπαιδευτικού υλικού και την εφαρμογή που εγκαθίσταται στην φορητή ηλεκτρονική συσκευή μέσω της οποίας κατεβαίνουν και εμφανίζονται τα μαθησιακά αντικείμενα, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να αλληλεπιδρά με αυτά. Η χρήση του ARTutor είναι αρκετά απλή τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές και είναι συμβατή με περιβάλλοντα ios και Android και έχει σχεδιαστεί, για να λειτουργεί στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα (Lytridis et al., 2018). Από την πλευρά του εκπαιδευτικού αρκεί αυτός να συνδεθεί σε έναν λογαριασμό google και έπειτα να αποθηκεύσει τα αρχεία που έχει επιλέξει. Πιο αναλυτικά, αφού δημιουργήσει δωρεάν λογαριασμό χρήστη, αποκτά πρόσβαση στο εργαλείο συγγραφής και έτσι μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο βιβλίο από την αρχή, είτε να επεξεργαστεί ένα ήδη υπάρχον βιβλίο (Terzopoulos et al., 2022). Το εκπαιδευτικό υλικό που θέλει να προσθέσει στην πλατφόρμα μπορεί να το φορτώσει σέρνοντάς το και τοποθετώντας το στο αντίστοιχο πεδίο. Κατά τη δημιουργία ενός καινούριου βιβλίου, ο εκπαιδευτικός φορτώνει ένα αρχείο σε μορφή PDF και προσθέτει έναν τίτλο, μια σύντομη περιγραφή σχετικά με το τι περιλαμβάνει αυτό το βιβλίο και παράλληλα το καταχωρεί και κάποια κατηγορία (Lytridis et al., 2018). Αφού ολοκληρωθεί η μεταφόρτωση του βιβλίου, όλες οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων και το βιβλίο μπορεί να εμπλουτιστεί εκ νέου για όσες φορές επιθυμεί κανείς, επιλέγοντας απλώς την αντίστοιχη σελίδα στην οποία θα γίνουν οι καινούριες προσθήκες (Lytridis & Tsinakos, 2018).

Το βασικό πλεονέκτημα του ARTutor συνίσταται στο ότι είναι απλό στη χρήση του, καθώς δεν προϋποθέτει εξειδικευμένη γνώση στη χρήση λογισμικού ούτε δεξιότητες σχεδιασμού λογισμικού. Επιπλέον, το εργαλείο συγγραφής του

ARTutor επαρκή για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού καθώς τα πρωτότυπα βιβλία είναι κοινά αρχεία PDF και οι προσθήκες ΕΠ είναι κοινές εικόνες, βίντεο ή αρχεία ήχου που μπορούν να ανακτηθούν από διάφορες πηγές ή και να δημιουργηθούν από το μηδέν χωρίς να απαιτείται η χρήση εξειδικευμένου λογισμικού. Σε αντίθεση με άλλα εργαλεία δημιουργίας αρχείων ΕΠ, οι εικόνες ενεργοποίηση δημιουργούνται από το ίδιο το εργαλείο συγγραφής του ARTutor και έτσι δε χρειάζεται να δημιουργούνται και να ανεβαίνουν ξεχωριστά για κάθε σελίδα του ίδιου βιβλίου. Τέλος, το συγκεκριμένο εργαλείο είναι δωρεάν ως προς τη χρήση του για ακαδημαϊκούς σκοπούς και έχουν πρόσβαση σε αυτά όλοι όσοι επισκέπτονται την πύλη εισόδου του συγκεκριμένου εργαλείου (Lytridis & Tsinakos, 2018).

Τα βιβλία εμφανίζονται στις ψηφιακές φορητές συσκευές ως αρχεία PDF (Lytridis et al., 2018). Οι μαθητές μπορούν να κατεβάσουν την εφαρμογή στη φορητή τους συσκευή είτε από τον διαδικτυακό τόπο του ARTutor είτε σκανάροντας τον κωδικό QR που συνοδεύει το αντίστοιχο σύγγραμμα (Terzopoulos et al., 2022· Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022). Η διαδικτυακή πύλη της εφαρμογής παρέχει πρόσβαση σε όλα τα αποθηκευμένα βιβλία που είναι διαθέσιμα στην πλατφόρμα ενώ παράλληλα για την αναζήτησή τους μπορούν να χρησιμοποιήσουν φίλτρα ανά τίτλο, κατηγορία ή συγγραφέα. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να κατεβάσουν και να αποθηκεύσουν στη συσκευή τους όποιο βιβλίο θέλουν, χωρίς μάλιστα να απαιτείται η χρήση διαπιστευτηρίων σύνδεσης (Lytridis et al., 2018· Terzopoulos et al., 2022). Μετά την επιλογή του βιβλίου, όλα τα αντικείμενα ΕΠ που έχουν προστεθεί σε διάφορα σημεία του βιβλίου ανακτώνται από τον διακομιστή και, έτσι, ανοίγει μια νέα οθόνη στην οποία εμφανίζεται η προεπισκόπηση της κάμερας και η συσκευή είναι έτοιμη να σαρώσει τις σελίδες που εμπεριέχουν προσθήκες ΕΠ. Τα αρχεία ΕΠ αναπαράγονται αυτόματα ενώ παράλληλα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με αυτά χρησιμοποιώντας επιλογές όπως μεγέθυνση, σμίκρυνση ή και περιστροφή (Lytridis & Tsinakos, 2018· Terzopoulos et al., 2022). Ακόμη, όταν ανοίγει κάποιο βιβλίο εμφανίζονται παράλληλα διάφορα κουμπιά στην οθόνη, η χρήση των οποίων γίνεται είτε μέσω αφής είτε μέσω φωνητικής

εντολής. Η δυνατότητα φωνητικής εντολής αποτελεί μια καινοτομία του ARTutor ή οποία επιτρέπει σε άτομα με περιορισμένη κινητικότητα να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον της ΕΠ (Lytridis & Tsinakos, 2018).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η εφαρμογή για τις φορητές συσκευές δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να διατυπώσουν προφορικά ερωτήσεις και να πάρουν απαντήσεις με βάση το περιεχόμενο του βιβλίου. Όταν δημιουργείται το βιβλίο, το συνολικό του περιεχόμενο αποθηκεύεται στον διακομιστή. Ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει του αντίστοιχο κουμπί του ARTutor για να κάνει μια ερώτηση, η ερώτηση αποστέλλεται στον διακομιστή, όπου χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος για την ανάκτηση και την επιλογή των κατάλληλων πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες αποστέλλονται πίσω στην εφαρμογή, όπου μετατρέπονται σε ομιλία ενώ ταυτόχρονα εμφανίζεται στην οθόνη και ως αναδυόμενο μήνυμα. Η καινοτομία αυτή του ARTutor ενισχύει την πρακτική της αυτοδιδασκαλίας και προάγει τη μαθησιακή αυτονομία (Lytridis & Tsinakos, 2018).

Συνολικά, το ARTutor αποτελεί έναν εύκολο τρόπο ενίσχυσης του υπάρχοντος εκπαιδευτικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς, προσφέρει εύκολη πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς και μαθητές, παρέχει τη δυνατότητα φωνητικής αλληλεπίδρασης και προάγει τη μαθησιακή αυτονομία προσφέροντας τη δυνατότητα ανάκτησης πληροφοριών των σχολικών εγχειριδίων. Επιπρόσθετα, αναπτύσσει τη συνεργασία μεταξύ των ατόμων της εκπαιδευτικής κοινότητας καθώς μέσω της πλατφόρμας ARTutor μπορεί να αναπτυχθεί περιεχόμενο ΕΠ ως προϊόν συλλογικής προσπάθειας, ενώ το παράλληλα το ίδιο βιβλίο μπορεί να εμπλουτιστεί πολλές φορές. Αυτή η δυνατότητα δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να επιλέξουν την καταλληλότερη για αυτούς εκδοχή και, τελικά, να εξυπηρετήσουν αρτιότερα τις μαθησιακές τους ανάγκες, εξατομικεύοντας τη μάθηση. Μετά από αξιολόγηση της συγκεκριμένης πλατφόρμας τόσο από μαθητές όσο και από εκπαιδευτικούς φάνηκε ότι το κύριο πλεονέκτημά της είναι η εύκολη χρήση της καθώς και η καταλληλότητά της για μάθηση βασισμένη σε ΕΠ. Στα σημεία που χρήζουν περαιτέρω βελτίωσης εμπίπτει η δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε νέφος, προκειμένου να

αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της περιορισμένης μνήμης που έχουν συνήθως οι φορητές συσκευές και δεν επιτρέπουν την λήψη μεγάλων αρχείων. Επιπλέον, θα μπορούσε να διερευνηθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης του ARTutor σε ένα Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης, προκειμένου να μπορεί να αξιοποιηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως διδασκαλίας. Τέλος, η προσθήκη και άλλων γλωσσών πέρα της ελληνικής και της αγγλικής θα εξέλιξε ακόμη περισσότερο το συγκεκριμένο εργαλείο (Lytridis & Tsinakos, 2018).

2.2 Σχεδιασμός επιτραπέζιων παιχνιδιών με το ARtutor

Με την αξιοποίηση επιτραπέζιων παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς λόγοι οι μαθητές καλλιεργούν τις δεξιότητες της συνεργασίας και της επικοινωνίας ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν να παίρνουν λελογισμένα ρίσκα. Επιπλέον, μέσα από το παιχνίδι γίνονται περισσότερο προσिता μαθήματα τα οποία δεν είναι εύκολο να περιγραφούν θεωρητικά μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια, όπως είναι οι θετικές επιστήμες. Συνολικά, ο σχεδιασμός επιτραπέζιων παιχνιδιών για εκπαιδευτικούς λόγους ενδείκνυται για όλες τις ηλικίες και όλα τα γνωστικά αντικείμενα, κυρίως όμως για εκείνα στα οποία το ζητούμενο είναι η πρακτική εξάσκηση και η βιωματική εμπειρία (Ελευθεριάδου κ. συν., 2022). Οι εφαρμογές ΕΠ μπορούν να ενσωματωθούν και σε παραδοσιακά επιτραπέζια παιχνίδια, πρακτική η οποία ξεκίνησε να γίνεται δημοφιλής ήδη από την αρχή της νέας χιλιετίας. Από τα πλέον δημοφιλή παιχνίδια επαυξημένη πραγματικότητας είναι το Pokemon Go και STARS Monopoly. Το Pokemon Go μάλιστα σε λίγο περισσότερο από δύο εβδομάδες αριθμούσε εκατομμύρια ενεργούς χρήστες άνω των 20 ετών, έγινε το κορυφαίο σε προτίμηση παιχνίδι στις δημοφιλείς πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης ενώ οι άνθρωποι «κυνηγούσαν» με μανία εικονικά τέρατα, προκειμένου να κερδίσουν πόντους (Ullah et al., 2022). Πέρα από τη δημιουργία παιχνιδιών ΕΠ για καθαρά ψυχαγωγικούς σκοπούς έχουν δημιουργηθεί και ψηφιακά επιτραπέζια παιχνίδια με στόχο τη μάθηση, όπως το Titl Five και το «Μαθαίνω και δημιουργώ T- Re» (Ελευθεριάδου κ. συν., 2022). Πράγματι, στην εποχή της ψηφιοποίησης το ζητούμενο για αρκετούς παίκτες είναι να αυξήσουν την εμπειρία τους μέσα από το παιχνίδι σε όλα τα επίπεδα.

Με αυτό το δεδομένο, η βιομηχανία των επιτραπέζιων παιχνιδιών επιλέγει ολοένα και περισσότερο να ενσωματώνει στην κατασκευή τους τεχνολογία ΕΠ, προσφέροντας τελικά στους παίκτες μια εμπειρία που ενσωματώνει στοιχεία εικονικού και φυσικού περιβάλλοντος (Cooper et al., 2004). Με αυτόν τον τρόπο αλλάζει ριζικά η εμπειρία του παίκτη, καθώς πρακτικά εκμηδενίζεται η διάκριση μεταξύ πραγματικού και ψηφιακού κόσμου. Σε αυτήν τη νέα εμπειρία συμβάλλουν σημαντικά τα γραφικά του ψηφιακού περιβάλλοντος που αποτελούνται από τρισδιάστατες εικόνες και κινούμενα εφέ που προσδίδουν ζωντάνια και μια ρεαλιστική αίσθηση του παιχνιδιού. Επιπρόσθετα, η ΕΠ επιτρέπει τη δυναμική αλλαγή του περιβάλλοντος των επιτραπέζιων παιχνιδιών σε αντίθεση με το στατικό περιβάλλον που προφέρουν τα παραδοσιακά επιτραπέζια παιχνίδια.

Μέσα από τη διάδραση που προσφέρουν τα ψηφιακά επιτραπέζια παιχνίδια οπτικοποιούνται οι απαραίτητες πληροφορίες που πολλούς διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με τις ανάγκες και το προφίλ του κάθε χρήστη. Παράλληλα, καταργείται στην πράξη το εμπόδιο της φυσικής απόστασης καθώς παίκτες από όλων των κόσμους μπορούν να βρεθούν στο ίδιο περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας συνδέοντας απλώς τις συσκευές τους στην ίδια πλατφόρμα. Συνολικά, τα παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των παραδοσιακών επιτραπέζιων παιχνιδιών με τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα των βιντεοπαιχνιδιών, παρέχοντας μια νέα εμπειρία στους παίκτες (Lioaropoulos et al., 2009).

Τα ψηφιακά παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί για μαθησιακούς ή εκπαιδευτικούς σκοπούς έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή στην εκπαίδευση λόγω της μεγάλης διαθεσιμότητας και ευκολίας στη χρήση εικονικών κόσμων. Τα περισσότερα από τα εκπαιδευτικά παιχνίδια που συνδυάζουν εφαρμογές ΕΠ περιλαμβάνουν οπτικούς δείκτες. Οι οπτικοί αυτοί δείκτες έχουν τη μορφή εκτυπωμένων συμβόλων επάνω στο ταμπλό του παιχνιδιού ή επάνω στις κάρτες που χρησιμοποιούνται κατά το παίξιμο. Αυτά τα σύμβολα σκανάρονται από τις κάμερες των φορητών ψηφιακών συσκευών που χρησιμοποιούν οι παίκτες και λειτουργούν ως δείκτες που επιτρέπουν στη τεχνολογία ΕΠ να δημιουργήσει

περιβάλλον αλληλεπίδρασης εμφανίζοντας στην οθόνη του κάθε παίκτη τρισδιάστατα αντικείμενα, βίντεο, ολογράμματα, κείμενα με διάφορες πληροφορίες ή με οδηγίες που βοηθούν στην εξέλιξη του παιχνιδιού. Η εξέλιξη της τεχνολογίας της ΕΠ έχει δημιουργήσει τις προϋποθέσεις, για να αναπτυχθούν επιτραπέζια παιχνίδια ΕΠ χωρίς τη χρήση οπτικών δεικτών. Έτσι, οι παίκτες δε χρειάζεται να κάνουν συγκεκριμένα βήματα, για να δουν το ψηφιακό περιεχόμενο, απλώς μετακινούν την κάμερα της φορητής τους συσκευής στο ταμπλό του παιχνιδιού και εμφανίζονται στην οθόνη οι ανάλογες πληροφορίες και οδηγίες. Με αυτόν τον τρόπο, οι παίκτες εστιάζονται περισσότερο στον εκπαιδευτικό σκοπό του παιχνιδιού, χωρίς να απασχολούν το μυαλό τους με πληροφορίες τεχνικής φύσης (Ελευθεριάδου κ. συν., 2022). Προς αυτήν την κατεύθυνση ιδιαίτερα βοηθητικό είναι το λογισμικό ARTutor καθώς είναι απλό στη χρήση του και είναι και δωρεάν.

Πέρα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, το ARTutor, όπως έχει ήδη επισημανθεί, δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης στο περιεχόμενο μέσω QR. Αυτή η δυνατότητα προσφέρει το πλεονέκτημα της χωρητικότητας, καθώς ένας QR κώδικας μπορεί να αποθηκεύσει πληθώρα πληροφοριών αλλά και να διαχειριστεί πληροφορίες αριθμητικών, αλφαριθμητικών χαρακτήρων συμβόλων και δυαδικών κωδικών. Έτσι, στη δημιουργία ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού ΕΠ με τη χρήση του ARTutor μπορούν να αποθηκευτούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες και οδηγίες και τελικά οι παίκτες, σκανάροντας μέσω της εφαρμογής το αντίστοιχο εικονίδιο στο ταμπλό του παιχνιδιού, μπορούν να πραγματοποιήσουν τις αντίστοιχες ενέργειες, χωρίς να «βομβαρδίζονται» με πληροφορίες από την αρχή του παιχνιδιού. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τα επιτραπέζια παιχνίδια που έχουν δημιουργηθεί στο περιβάλλον του ARTutor περισσότερο κατάλληλα για μαθητές μικρότερης ηλικίας, οι οποίοι ενδεχομένως δεν μπορούν να αφομοιώσουν όλες τις πληροφορίες μαζεμένες. Ακόμη, το QR είναι αναγνώσιμο από οποιαδήποτε κατεύθυνση σε 360°, καθιστώντας και με αυτόν τον τρόπο την εφαρμογή εύκολη στη χρήση της.

Στην έρευνά τους οι Ελευθεριάδου κ. συν. (2022) παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε μετά από μια διδακτική παρέμβαση με χρήση επιτραπέζιου εκπαιδευτικού παιχνιδιού που κατασκευάστηκε με το ARTutor. Οι μαθητές όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης δήλωσαν ότι το παιχνίδι ήταν αρκετά εύκολο στη χρήση του, χρήσιμο και ενδιαφέρον ενώ παράλληλα θεωρούν αρκετά πιθανό να το αξιοποιήσουν και για λόγους επανάληψης της διδακτέας ύλης. Επιπλέον, βρήκαν ότι οι απεικονίσεις ήταν αρκετά ρεαλιστικές και διασκεδαστικές. Οι μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δε δυσκολεύτηκαν καθόλου να χρησιμοποιήσουν το ψηφιακό λογισμικό ενώ παράλληλα κέντρισε το ενδιαφέρον τους ο τρόπος αξιοποίησης της τεχνολογίας ΕΠ. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η άποψη των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι δήλωσαν ότι θα ήθελαν να μαθαίνουν μέσα από ανάλογα ψηφιακά παιχνίδια σε περισσότερους γνωστικούς τομείς αλλά και να αξιοποιήσουν οι ίδιοι στις δικές τους εργασίες το λογισμικό ARTutor (Ελευθεριάδου κ. συν., 2022).

2.3 Πλεονεκτήματα επιτραπέζιων παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας

Καθώς τα επιτραπέζια παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας αποτελούν την εξέλιξη των παραδοσιακών επιτραπέζιων παιχνιδιών, είναι λογικό να συνδυάζουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά των κλασικών παιχνιδιών και των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εμπλουτίζοντάς τα με τις δυνατότητες που προσφέρει η ΕΠ. Το αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού είναι η δημιουργία ενός οπτικά ελκυστικού περιβάλλοντος ενώ ταυτόχρονα διατηρείται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης και κοινωνικοποίησης που προσφέρει το παραδοσιακό επιτραπέζιο παιχνίδι. Ακόμα, η συνεχής και δυναμική αλλαγή του περιβάλλοντος του παιχνιδιού διατηρεί το κίνητρο συμμετοχής των παικτών σε υψηλό επίπεδο. Αυτό το τελευταίο χαρακτηριστικό των επιτραπέζιων παιχνιδιών ΕΠ τα καθιστά ένα πολύτιμο εργαλείο και για την εκπαίδευση (Βαρβέρης κ. συν., 2017). Χάρη σε αυτήν τη διάδραση οι εφαρμογές της ΕΠ μπορούν να οπτικοποιήσουν πληροφορίες που είναι δύσκολες ως προς τη θεωρητική τους περιγραφή και επεξήγηση και, τελικά, παρέχουν ένα πλαίσιο μάθησης που βασίζεται στην προσέγγιση του κονστрукτιβισμού,

επιτρέποντας στους μαθητές να οικοδομήσουν μόνοι τους σταδιακά τη γνώση, ενώ παράλληλα κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών, ενισχύουν τη φαντασία και τη δημιουργικότητά τους και τους εμπλέκουν ενεργητικά στη μαθησιακή διαδικασία (Γρίβας κ. συν., 2016· Ζιάκα κ. συν., 2020· Rizon & Rizona, 2015· Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022). Με αυτήν την έννοια, η συμβολή της ΕΠ στη διδασκαλία αλλά και στην εκπαίδευση γενικότερα είναι πολύτιμη.

Η επίδραση των επιτραπέζιων παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας στη μαθησιακή διαδικασία έχει γίνει αντικείμενο ενδελεχούς μελέτης. Μεταξύ των πιο συχνά αναφερόμενων πλεονεκτημάτων που αυτά προσφέρουν αναφέρεται η καλύτερη κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου από τους μαθητές, κυρίως στα αντικείμενα των θετικών επιστημών (Ullah et al, 2022), όπως επίσης και η βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων γενικά μέσα από μια διασκεδαστική εμπειρία μάθησης. Σε στενή συνάρτηση με το παραπάνω πλεονέκτημα βρίσκεται και η βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας, καθώς τα επιτραπέζια παιχνίδια ΕΠ είναι διασκεδαστικά, κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών και προσφέρουν ευκαιρίες κοινωνικής συναναστροφής για τους συμμετέχοντες (Li et al., 2017). Συνολικά, τα οφέλη που προκύπτουν μέσα από την αξιοποίηση επιτραπέζιων παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας στη μαθησιακή διαδικασία μπορούν αν ταξινομηθούν στον τομέα των μαθησιακών επιτευγμάτων και στην κινητοποίηση για μάθηση και στον τομέα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ομοτίμων.

Αναφορικά με τα μαθησιακά επιτεύγματα οι μελέτες δείχνουν ότι η χρήση παιχνιδιών ΕΠ οδηγεί σε υψηλότερο βαθμό επίτευξης των μαθησιακών στόχων σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (Chen & bTsaï, 2012· Ibáñez et al., 2014). Ανάμεσα στις δεξιότητες που φαίνεται να καλλιεργούνται περισσότερο είναι η δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων, η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και η δυνατότητα εκτέλεσης πολλαπλών εργασιών ταυτόχρονα (Hwang et al., 2016). Επιπρόσθετα, μέσω των παιχνιδιών ΕΠ φαίνεται ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται καλύτερα τις επιστημονικές έννοιες, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να διατηρείται η γνώση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Ullah et al., 2022). Σχετικά με την κινητοποίηση των

μαθητών φαίνεται ότι τα παιχνίδια ΕΠ αυξάνουν την δέσμευση των μαθητών απέναντι στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως επίσης και τα επίπεδα ικανοποίηση και διασκέδασης. Ακόμη, αυξάνουν την προσοχή και ενισχύουν την αυτοπεποίθηση των μαθητών, καλλιεργώντας τελικά μια θετικότερη στάση απέναντι στη διαδικασία της μάθησης (Ayer et al., 2016· Hwang et al., 2016). Σε κάποια παιχνίδια, μάλιστα, υπάρχει περιορισμός ως προς τον χρόνο που έχουν οι μαθητές, για να λύσουν ένα πρόβλημα, περιορισμός που λειτουργεί θετικά ως προς τη συγκέντρωση της προσοχής αλλά και ως προς την ανάπτυξη εκείνων των στρατηγικών που θα τους οδηγήσουν στη γρηγορότερη λύση του προβλήματος. Ο χρονικός περιορισμός βοηθά επίσης και τους εκπαιδευτικούς στον έλεγχο και τον προγραμματισμό της μαθησιακής διαδικασίας (Bressler et al., 2013). Συνολικά, από παιδαγωγικής άποψης φαίνεται ότι τα επιτραπέζια παιχνίδια ΕΠ προσφέρουν την ευκαιρία για εξατομικευμένη μάθηση δημιουργώντας ένα περιβάλλον με πολλές δυνατότητες που μπορεί να αξιοποιήσει ο κάθε μαθητής ανάλογα με το προσωπικό του προφίλ μάθησης ενώ παράλληλα αποτελούν και ένα πολύτιμο εργαλείο στην εξ αποστάσεως διδασκαλία (Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022· Ullah et al., 2022).

Πέρα από τον γνωστικό τομέα, τα επιτραπέζια παιχνίδια έχουν θετική επίδραση και στην κοινωνικότητα των μαθητών. Η συνεργασία και η αλληλεπίδραση είναι τα δύο κύρια πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την χρήση επιτραπέζιων παιχνιδιών ΕΠ στην εκπαίδευση, καθώς η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εργάζονται ταυτόχρονα και σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και μαθητών και εκπαιδευτικών, προάγοντας ταυτόχρονα τη συνεργασία, τον υγιή συναγωνισμό αλλά και τη συνεργατική μάθηση, καθώς σε αρκετά παιχνίδια οι μαθητές πρέπει να εργάζονται σε ομάδες για να λύσουν ένα πρόβλημα. Μέσα από την ομαδική δουλειά προκύπτει η ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών αλλά και ο σχεδιασμός συγκεκριμένης στρατηγικής, προκειμένου η κάθε ομάδα να φτάσει συντομότερα στον στόχο και τελικά να κερδίσει το παιχνίδι (Bacca Acosta et al., 2014· Hwang et al., 2015). Ακόμα, επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς

να συνεργάζονται με τους μαθητές τους στη βάση της καθοδήγησης, με στόχο τη σταδιακή ανάπτυξη της μαθησιακής αυτονομίας (Wojciechowski et al., 2013).

Συνολικά, ο συνδυασμός ΕΠ και επιτραπέζιων παιχνιδιών βελτιώνει τη μαθησιακή εμπειρία, καθώς εμπλουτίζει τον φυσικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο ευρύτερη οπτική του περιβάλλοντος που οδηγεί σε καλύτερη αντίληψη των εννοιών που παρουσιάζονται κάθε φορά. Επιπλέον, συμβάλλει στη διατήρηση της συγκέντρωσης της προσοχής, ενθαρρύνει τον πειραματισμό και τη δημιουργικότητα και, τελικά, οδηγεί στην ανάπτυξη ανώτερων γνωστικών δεξιοτήτων (Tobar et al., 2017). Παρά τα πολλαπλά πλεονεκτήματά τους, ο σχεδιασμός και η δημιουργία επιτραπέζιων παιχνιδιών ΕΠ ενέχει και κάποιες προκλήσεις που σχετίζονται κυρίως με την εμπειρία του χρήστη, την τεχνολογική υποδομή και τη συντήρηση των παιχνιδιών. Εντάσεις, επίσης, έχουν διατυπωθεί και για την εκπαιδευτική αξία τους.

Πιο συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη επιτραπέζιων παιχνιδιών ΕΠ, προκειμένου να προσφέρει στους παίκτες μια πραγματικά συναρπαστική εμπειρία, προϋποθέτει άριστη γνώση της ψηφιακής τεχνολογίας. Ακόμη, πρέπει να γίνεται αναβάθμιση στο λογισμικό του παιχνιδιού ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να παραμένει αυτό ελκυστικό (Κουτρουμάνος, 2017). Ειδικά για την εκπαιδευτική διαδικασία ορισμένες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ του φόρτου εργασίας που προέρχεται από την αξιοποίηση επιτραπέζιων παιχνιδιών ΕΠ και αποτελεσματικής μάθησης. Ο συγκεκριμένος φόρτος εργασίας, μάλιστα, μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε ψυχικές διαταραχές, σε αίσθημα ματαίωσης ή και ανεπάρκειας εκ μέρους των μαθητών (Ullah et al., 2022). Ακόμη, έχουν εκφραστεί ανησυχίες σχετικά με το κατά πόσο οι μαθητές επικεντρώνονται στο παιχνίδι καθαυτό και λιγότερο στη μάθηση και, τελικά, στο κατά πόσο εξυπηρετούνται οι μαθησιακοί στόχοι (Zhonggen, 2019). Προκειμένου να υπερκεραστούν οι προκλήσεις σε εκπαιδευτικό επίπεδο, κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των επιτραπέζιων παιχνιδιών ΕΠ θα μπορούσαν να συμμετάσχουν και οι μαθητές, προκειμένου να δηλώσουν τις προτιμήσεις τους αναφορικά με

τον τρόπο λειτουργίας του παιχνιδιού, ώστε αυτό να εξυπηρετεί καλύτερα το μαθησιακό τους προφίλ. Ακόμα, καλό είναι τα παιχνίδια να έχουν ξεκάθαρους μαθησιακούς στόχους και αυτοί να δηλώνονται από την αρχή του παιχνιδιού, ώστε να επικεντρώνεται η προσοχή των μαθητών σε αυτούς (Li et al., 2017).

2.4 Εκπαιδευτικά παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα της Χημείας ή γενικότερα στις θετικές επιστήμες

Είναι πλέον ευρέως αποδεκτό ότι τα εκπαιδευτικά παιχνίδια ΕΠ που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αυξάνουν το κίνητρο των μαθητών και έχουν θετικά ακαδημαϊκά αποτελέσματα. Η παραπάνω παραδοχή αποδεικνύεται και εμπειρικά καθώς μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων στα οποία αξιοποιούνται τα παιχνίδια ΕΠ ως εκπαιδευτικά εργαλεία πρωτοστατούν οι φυσικές επιστήμες (Ullah et al., 2022).

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια ΕΠ μπορούν να ενσωματωθούν στη διδασκαλία της Χημείας με διάφορους τρόπους καθώς ενισχύουν τη βιωματική μάθηση επιτρέποντας την οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών όπως η μοριακή δομή και οι χημικοί δεσμοί. Μέσα από τρισδιάστατες απεικονίσεις και διαδραστικές προσομοιώσεις, οι μαθητές μπορούν να δουν πώς αντιδρούν τα στοιχεία σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την κατανόηση των φυσικών και χημικών φαινομένων. Η ΕΠ δίνει τη δυνατότητα οπτικοποίησης αυτών των εννοιών, ενώ παράλληλα παρέχει και την ευκαιρία για διαδραστικές προσομοιώσεις, φέρνοντας τους μαθητές σε πρακτική επαφή με αυτό που χωρίς τη βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας θα αποτελούσε αντικείμενο θεωρητικής περιγραφής (Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2022).

Στο πλαίσιο της διδασκαλία του μαθήματος της χημείας έχει σχεδιαστεί πληθώρα εκπαιδευτικών λογισμικών ΕΠ, η χρήση των οποίων συνάδει με τις παιδαγωγικές αρχές της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, όπως είναι η διερευνητική, η εποικοδομητική και η συνεργατική μάθηση, η βιωματική προσέγγιση καθώς και η μάθηση μέσω STEM (Sari & Sinaga, 2021). Σύμφωνα με τους Ma et Nickerson (2006, όπως αναφ. σε Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2020, σελ. 917) τέσσερεις είναι οι κατηγορίες στις οποίες μπορούν να ταξινομηθούν τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης που έχουν κατασκευαστεί για τη διδασκαλία

της χημείας, περιβάλλοντα προσομοίωσης, διαδικτυακά εργαστήρια, εργαστήρια εικονικής πραγματικότητας και εργαστήρια ελεγχόμενα από απόσταση. Τα εργαστήρια εικονικής πραγματικότητας που βασίζονται σε λογισμικό Android είναι η πιο δημοφιλής μορφή εφαρμογής ΕΠ που αξιοποιείται στη διδασκαλία της χημείας (Khairani & Prodjosantoso, 2023). Η ΕΠ χρησιμοποιείται στο μάθημα της χημείας κυρίως για τη διδασκαλία της θεματικής των μοριακών δομών, των χημικών αντιδράσεων και των χημικών δεσμών. Στη λίστα με τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες θεματικές ακολουθεί η οργανική χημεία και ο περιοδικός πίνακας (Khairani & Prodjosantoso, 2023· Mazzuco et al., 2022). Με βάση τα παραπάνω δεδομένο γίνεται αντιληπτό ότι η τεχνολογία ΕΠ χρησιμοποιείται για την τρισδιάστατη απεικόνιση της δομής του ατόμου και των χημικών δεσμών, ώστε να γίνει ευκολότερα κατανοητή από τους μαθητές η συμπεριφορά και οι ιδιότητες του ατόμου και των μορίων.

Τα περιβάλλοντα προσομοίωσης έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι ασφαλή και έχουν χαμηλότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με τα πραγματικά πειραματικά εργαστήρια (Chen & Liu, 2020· Mazzuco et al., 2022· Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2020). Στα διαδικτυακά εργαστήρια μπορεί να γίνει προσομοίωση διάφορων φαινομένων που μεταφέρεται εύκολα στο διαδίκτυο. Τα εργαστήρια εικονικής πραγματικότητας δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να αλληλεπιδρά με τον εικονικό εργαστηριακό κόσμο και, τέλος, τα από απόσταση ελεγχόμενα εργαστήρια δίνουν τη δυνατότητα για εκτέλεση πειραμάτων στον φυσικό τους χώρο, χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία του χρήστη σε αυτόν τον χώρο (Τριανταφυλλίδου κ. συν., 2020). Όλα τα παραπάνω περιβάλλοντα προσφέρουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη με το μαθησιακό περιβάλλον, δυνατότητα που αποτελεί το βασικό πλεονέκτημα της ΕΠ, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει και τον βαθμό αλληλεπίδρασης των μαθητών μεταξύ τους αλλά και με τον εκπαιδευτικό (Mazzuco et al., 2022). Ακόμη, η ευκολία στη χρήση καθιστά την ΕΠ κατάλληλη για αξιοποίηση ακόμα και στις πιο χαμηλές βαθμίδες εκπαίδευσης ή και στη διδασκαλία παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες (Ιατράκη & Μικρόπουλος, 2022).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται έξι (6) εκπαιδευτικά παιχνίδια ΕΠ που μπορούν να αξιοποιηθούν ως εκπαιδευτικά εργαλεία για τη διδασκαλία της χημείας.

- **Table Mystery:** Το συγκεκριμένο παιχνίδι μυστηρίου- περιπέτειας αξιοποιεί την ΕΠ προκειμένου να διδάξει τον περιοδικό πίνακα και έχει αναπτυχθεί από το Κέντρο Επιστημών της Νορβηγίας. Απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας από 11 έως 13 ετών που έχουν κάποιες βασικές γνώσεις χημείας. Η υπόθεση του παιχνιδιού ξεκινά με έναν άνδρα που πάσχει από αμνησία, βρίσκεται σε ένα νοσοκομείο και προσπαθεί να θυμηθεί τί του έχει συμβεί. Προκειμένου να το επιτύχει αυτό, χρειάζεται τη βοήθεια τριών ομάδων μαθητών, καθώς έχει κάποιες διάσπαρτες μνήμες που σχετίζονται με τη χημεία αλλά δεν έχει πρόσβαση στις κρυπτογραφημένες του σημειώσεις. Πρόσβαση σε αυτές έχουν οι μαθητές μέσω ενός tablet όπου εμφανίζονται οι τρισδιάστατες ενδείξεις σε έναν περιοδικό πίνακα. Ο άνδρας περιγράφει τις αναμνήσεις του και οι μαθητές πρέπει να σαρώσουν τα αντίστοιχα στοιχεία στον περιοδικό πίνακα, προκειμένου να αποκαλυφθούν οι αντίστοιχες ενδείξεις. Σε κάθε σωστό βήμα, ο άνδρας θυμάται περισσότερες λεπτομέρειες και έτσι ξεκλειδώνεται το επόμενο επίπεδο, μέχρι να αποκαλυφθεί όλη η ιστορία. Τα επίπεδα του παιχνιδιού είναι συνολικά τέσσερα (4). Στο τέλος αποκαλύπτεται η ταυτότητα του άνδρα και οι μαθητές ανακαλύπτουν ότι αυτός έχει πέσει θύμα μιας παγκόσμιας επιστημονικής συνωμοσίας. Οι ομάδες των παικτών είναι τρεις (3) και κάθε αποτελούνται από επίσης τρεις (3) παίκτες. Κάθε παίκτης της ομάδας αποτελεί έναν διαφορετικό χαρακτήρα, είναι είτε τεχνολόγος είτε ερευνητής είτε ο βοηθός ερευνητή. Δουλειά του τεχνολόγου είναι να χειρίζεται τη φορητή ψηφιακή συσκευή, ο ερευνητής είναι υπεύθυνος για τη χρήση του διαδικτύου ή του σχολικού εγχειριδίου, για να βρει τις λύσεις και ο βοηθός ερευνητή κρατά σημειώσεις, οι οποίες θα αξιοποιηθούν στο στάδιο του κουίζ που δίνει πρόσβαση στο επόμενο στάδιο του παιχνιδιού. Με αυτόν τον τρόπο προάγεται η συνεργασία μεταξύ των παικτών. Καθώς, μάλιστα, το παιχνίδι δεν είναι παιχνίδι ανταγωνισμού, αφού λυθούν όλοι οι γρίφοι από όλες τις ομάδες, η κάθε μία δίνει τον μοναδικό κωδικό που απέκτησε μετά τη λύση των

γρίφων και έτσι ξεκλειδώνεται το τελικό μήνυμα που δίνει και την τελική απάντηση (Boletsis & McCallum, 2013).

- Marie's ChemLab: Το συγκεκριμένο παιχνίδι έχει σχεδιαστεί για να παίζεται σε φορητή ψηφιακή συσκευή από έναν μόνο παίκτη. Αποτελείται από τρία διαδοχικά επίπεδα καθένα από τα οποία εκτυλίσσεται σε διαφορετικό περιβάλλον (στην κουζίνα, στο δάσος και στο εργαστήριο). Σε κάθε επίπεδο το παιχνιδιού ο μαθητής έρχεται σε επαφή με μια διαφορετική χημική έννοια ενώ πρέπει να εκτελέσει διάφορες ασκήσεις σχετικά με αυτήν, προκειμένου να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Καθώς το παιχνίδι βασίζεται κυρίως στην παρατήρηση, υπάρχει η ψηφιακή βοηθός «agent Marie», η οποία δίνει στοιχεία στον παίκτη, προκειμένου να προβεί στη λύση του μυστηρίου. Στο τέλος κάθε επιπέδου, η βοηθός παρέχει σημειώσεις στον παίκτη με τα σημαντικότερα σημεία της ενότητας. Στο πρώτο επίπεδο, το οποίο εκτυλίσσεται στην κουζίνα, σκοπός του παίκτη είναι να δοκιμάσει διάφορα φρούτα, για να διαπιστώσει την οξύτητά τους και να τα ταξινομήσει ανάλογα. Στο δεύτερο επίπεδο ο παίκτης βρίσκεται σε ένα δάσος όπου καλείται να μαζέψει μούρα και να τα προσφέρει στη Marie. Ανάλογα με την αντίδραση του προσώπου της και πάλι ο παίκτης πρέπει να ταξινομήσει τα φρούτα ανάλογα με την οξύτητά τους. Το παιχνίδι ολοκληρώνεται με το τρίτο επίπεδο το οποίο λαμβάνει χώρα σε ένα χημικό εργαστήριο, όπου ο παίκτης μετρά το PH τριών διαφορετικών προϊόντων που μπορεί κανείς να βρει εύκολα σε μία κουζίνα (Artmann et al., 2022).
- Magic Elements: Το συγκεκριμένο παιχνίδι απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας από 9 έως 12 ετών. Η υπόθεση του παιχνιδιού εκτυλίσσεται στη Λεμουρία, έναν εικονικό κόσμο που υποφέρει εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Σκοπός των παικτών είναι να καταπολεμήσουν τη κλιματική αλλαγή μέσα από την ολοκλήρωση διαδοχικών επιπέδων μέσα σε περιορισμένο χρονικό διάστημα. Στο πρώτο επίπεδο οι παίκτες πρέπει να συλλέξουν κάποια μαγικά γυαλιά που τους επιτρέπουν να δουν άτομο, μόρια και μακρομόρια και ένα μαγικό ραβδί χάρη στο οποίο μπορούν να επεξεργαστούν όσα βλέπουν με τη βοήθεια των γυαλιών, προκειμένου να δημιουργήσουν για παράδειγμα νερό. Ακόμα, μέσα από την επιτυχή λύση κάποιων γρίφων οι

παίκτες αποκτούν πρόσβαση σε κάρτες που τους επιτρέπουν να πειραματιστούν με ηλεκτρόνια και να δημιουργήσουν μεγάλα σύννεφα για την παραγωγή ακόμη μεγαλύτερης ποσότητας νερού. Για να δημιουργήσουν οι παίκτες τον υδάτινο πόρο που χρειάζεται σε κάθε επίπεδο, πηγαίνουν στο εργαστήριο και επιλέγουν τα απαιτούμενα άτομα από το ράφι του περιοδικού πίνακα. Η διαδικασία δημιουργίας του νερού οπτικοποιείται με τη βοήθεια της ΕΠ. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας μέχρι τελικά να σωθεί η Λεμουρία. Στο τέλος κάθε επιπέδου υπολογίζεται η βαθμολογία και οι παίκτες ανταμείβονται με τα ανάλογα αστεράκια. Το σύστημα της ανταμοιβής εφαρμόζεται, προκειμένου να δώσει κίνητρο στους παίκτες να επαναλάβουν το παιχνίδι σε περίπτωση χαμηλής βαθμολογίας και, τελικά, να εμπεδώσουν καλύτερα το μαθησιακό αντικείμενο. Τέλος, προκειμένου να μειωθεί ο γνωστικός φόρτος, το παιχνίδι δίνει τη δυνατότητα να σώσει κανείς την πρόδοό του και να συνεχίσει το παίξιμο αργότερα (Sousa et al., 2021).

- The Enzyme Kinetics game: Το συγκεκριμένο παιχνίδι είναι συμβατό μόνο με περιβάλλον iOS και απευθύνεται σε φοιτητές. Σκοπός του συγκεκριμένου παιχνιδιού, όπως φανερώνει και το όνομά του, είναι να διδάξει τις βασικές έννοιες της κινητικής των ενζύμων στο πλαίσιο μιας διαδραστικής αναζήτησης. Το συγκεκριμένο παιχνίδι αποτελεί ίσως ένα από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα συνδυασμού πραγματικού και ψηφιακού κόσμου, καθώς οι παίκτες, χωρισμένοι σε ομάδες, πρέπει να περιηγηθούν στον χώρο της πανεπιστημιούπολης, για να συλλέξουν πρώτες ύλες για την παραγωγή σιροπιού καλαμποκιού υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη. Η συνολική διάρκεια του παιχνιδιού είναι μία ώρα κατά την οποία οι παίκτες βλέπουν στις οθόνες τους καρτέλες με τις αποστολές που πρέπει να εκτελέσουν, κάρτες που τους οδηγούν στα κατάλληλα σημεία για να βρουν τις πρώτες ύλες καθώς και μια καρτέλα με το απόθεμα που έχει η κάθε ομάδα από τα αντικείμενα που αποκτά κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Τέλος, υπάρχει και η καρτέλα με την ένδειξη «σημειωματάριο», η οποία επιτρέπει στους παίκτες να τραβήξουν φωτογραφίες και να προσθέσουν σημειώσεις ήχου και κειμένου, ενόσω προσπαθούν να

ολοκληρώσουν την κάθε αποστολή. Για την καθοδήγηση των παικτών στις αποστολές τους χρησιμοποιείται κείμενο, βίντεο και Podcast. Τελικός στόχος για κάθε ομάδα, αφού ολοκληρώσει όλες τις αποστολές, είναι η δημιουργία μιας εικονικής συνέντευξης με έναν παρασκευαστή καλαμποκιού υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη. Το συγκεκριμένο παιχνίδι βασίζεται στις αρχές της ανακαλυπτικής μάθησης ενώ παράλληλα καλλιεργεί και τις μεταγνωστικές δεξιότητες, καθώς για την επιτυχή ολοκλήρωση της συνέντευξης απαιτείται η ανάκληση όλων των πληροφοριών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (Grandall et al., 2015).

- **Atoms to Molecule:** Το Atoms to Molecule είναι ένα παιχνίδι γρίφων που παίζεται από έναν παίκτη και απευθύνεται σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ο παίκτης βρίσκεται σε ένα εικονικό εργαστήριο χημείας όπου πρέπει να δημιουργήσει δεσμούς ατόμων, να φτιάξει μόρια και τελικά να λύσει διαφορετικούς γρίφους στο εργαστήριο χημείας. Πιο αναλυτικά, ο παίκτης πρέπει να δημιουργήσει γραμμικά, μεγάλα ή μικρά μόρια με τη χρήση ψηφιακού δοκιμαστικού σωλήνα, ποτηριού ζέσης, κωνικής φιάλης και άλλων εργαλείων. ανάλογα με τις οδηγίες, προκειμένου να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Κατά την επίλυση των γρίφων οι χρήστες μαθαίνουν να φτιάχνουν μόρια από άτομα, χρησιμοποιώντας ομοιοπολικούς δεσμούς που, ανάλογα με το επίπεδο, μπορεί να είναι απλοί, διπλοί ή τριπλοί. Ο κύριος χαρακτήρας του παιχνιδιού είναι ένα άτομο, που ανάλογα με το χρώμα του σώματός του υποδηλώνεται και ο τύπος του στοιχείου που αντιπροσωπεύει. Τα τέσσερα στοιχεία με διαφορετικό αριθμό δεσμών που χρησιμοποιούνται σε αυτό το παιχνίδι είναι το υδρογόνο, το οξυγόνο, το άζωτο και ο άνθρακας. Επίσης, υπάρχει και το άγνωστο στοιχείο, το οποίο μπορεί να δημιουργήσει μεταβλητούς δεσμούς (Agarwal & Saha, 2011).
- **Rainbow City:** Το σενάριο του παιχνιδιού λαμβάνει χώρα σε μια φανταστική πλωτή πόλη η οποία έχει δύο κολέγια χημείας, το Reid College και το Bruce College. Το πρώτο κολλέγιο τείνει να εφαρμόζει κανονικά πειράματα που έχουν διεξαχθεί εκατομμύρια φορές και έχουν καταγραφεί στο σχολικό

βιβλίο, ενώ ο Bruce είναι πιο ανοιχτό σε άγνωστα πειράματα που οι μαθητές θα μπορούσαν να δοκιμάσουν. Το avatar του παίκτη μπορεί να πλοηγηθεί ελεύθερα στον κόσμο του παιχνιδιού και να αλληλεπιδράσει με άλλους διαδικτυακούς παίκτες. Για να κερδίσει το παιχνίδι, ο παίκτης πρέπει πρώτα να βρει μια φόρμουλα για το πείραμα, στη συνέχεια να ακολουθήσει την καθοδήγηση για να συλλέξει τα απαιτούμενα στοιχεία και τις κατάλληλες συσκευές για τον τύπο του πειράματος και, τέλος, να επιστρέψει στο εργαστήριο του κολεγίου για να εκτελέσει το πείραμα. Το σύστημα του παιχνιδιού τον βοηθά να ολοκληρώσει το πείραμα βήμα-βήμα ενώ παράλληλα βαθμολογείται ανάλογα με το αν εκτέλεσε τις απαραίτητες ενέργειες με τη σωστή σειρά και ανάλογα με τη χρονική διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος. Μετά την ολοκλήρωση κάθε σταδίου του παιχνιδιού η πρόοδος του παίκτη αποθηκεύεται στο σύστημα και το περιεχόμενο ανακτάται κάθε φορά που ο παίκτης επανασυνδέεται στο σύστημα. Το παιχνίδι προσφέρει, επίσης, τη δυνατότητα για άμεση συνομιλία. Ο παίκτης μπορεί να ζητήσει βοήθεια είτε από τον ψηφιακό βοηθό είτε από άλλους παίκτες, διατυπώνοντας ερωτήσεις που αφορούν για παράδειγμα το ειδικό βάρος ενός αερίου. Για κάθε ερώτηση που απαντάται σωστά από κάποιον συμπαίκτη παρέχεται σε αυτόν επιβράβευση με τη μορφή μεταλλίου αλλά και με τη μορφή χρημάτων που μπορούν οι παίκτες να εξαργυρώσουν για την αγορά κατάλληλου εξοπλισμού που θα τους επιτρέψει να προσχωρήσουν σε επόμενα επίπεδα του παιχνιδιού. Το συγκεκριμένο παιχνίδι έχει σχεδιαστεί για μαθητές 16 έως 18 ετών. (Shui, 2013).

Όπως γίνεται φανερό από την περιγραφή των παραπάνω παιχνιδιών, δεν κατέστη δυνατό να βρεθεί κάποιο εκπαιδευτικό επιτραπέζιο παιχνίδι ΕΠ για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και ειδικά για τη διδασκαλία της χημείας. Η έρευνα επικεντρώνεται κυρίως στη δημιουργία και αξιολόγηση εφαρμογών ΕΠ για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών γενικά, χωρίς να εξειδικεύεται στα επιτραπέζια παιχνίδια ΕΠ. Αυτός είναι ο τομέας τον οποίο φιλοδοξεί να φωτίσει η παρούσα εργασία. Το επιτραπέζιο παιχνίδι ΕΠ που δημιουργήθηκε βασίζεται στο περιβάλλον του ARTutor καθώς αυτό παρέχεται δωρεάν, είναι

απλό στη χρήση του τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές, είναι συμβατό με περιβάλλοντα android και ios και παράλληλα αναγνωρίζει φωνητικές εντολές τόσο στα ελληνικά όσο και στα αγγλικά, εξυπηρετώντας τις ανάγκες του πολυπολιτισμικού σχολείου.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

3.1 Η βασική ιδέα και ο σκοπός του παιχνιδιού

Η βασική ιδέα του παιχνιδιού είναι να συνδυάσει τη διασκέδαση και την εκμάθηση της Χημείας, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) για να ζωντανέψει τον Περιοδικό Πίνακα συνδυάζοντας και το παραδοσιακό επιτραπέζιο παιχνίδι. Οι μαθητές θα αλληλεπιδρούν με ένα φυσικό ταμπλό παιχνιδιού, ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα θα προσφέρει ένα επιπλέον επίπεδο εμπλοκής, παρουσιάζοντας βίντεο, διαδραστικά κουίζ που σχετίζονται με τα στοιχεία και τις ιδιότητές τους.

Ο κύριος σκοπός του παιχνιδιού είναι να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τον Περιοδικό Πίνακα και τις βασικές αρχές της Χημείας. Η Χημεία μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για τους μαθητές για διάφορους λόγους και κυρίως για τις πολλές αφηρημένες έννοιες και δυσκολία των μαθητών να τις κατανοήσουν και να τις συνδέσουν με τον πραγματικό κόσμο. Για το λόγο αυτό, το παιχνίδι επιδιώκει να επιτύχει αυτόν τον σκοπό με έναν διασκεδαστικό και διαδραστικό τρόπο, ώστε να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα.

Το Game Design Document (GDD) αποτέλεσε τον οδηγό για τον σχεδιασμό του παιχνιδιού "the Periodic Table ARventure", εφαρμόστηκε για να οργανώσει κάθε πτυχή του παιχνιδιού παρότι είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται κυρίως για βιντεοπαιχνίδια. Ιδανικά, το GDD λειτουργεί ως ολοκληρωμένος χάρτης για τους προγραμματιστές, εξαλείφοντας κάθε αμφιβολία για το τελικό προϊόν. Το GDD για το "the Periodic Table ARventure" περιλαμβάνει αναλυτικές περιγραφές όλων των στοιχείων του παιχνιδιού, από τους εκπαιδευτικούς στόχους και τους μηχανισμούς του μέχρι τους κανόνες και τα δραματικά του στοιχεία. Επιπλέον, περιλαμβάνει οπτικό υλικό για να διευκολύνει την κατανόηση του παιχνιδιού. Η βασική προτεραιότητα κατά τον σχεδιασμό ήταν η αρμονική σύνδεση των μηχανισμών του παιχνιδιού με τους εκπαιδευτικούς

του στόχους, διασφαλίζοντας παράλληλα μια ισορροπία μεταξύ διασκέδασης και εκπαιδευτικής αξίας.

3.2 Το μαθησιακό περιεχόμενο

Το παιχνίδι είναι σχεδιασμένο για μαθητές της Α΄ Λυκείου και προτείνεται να παιχτεί ως επαναληπτικό μάθημα του δεύτερου κεφαλαίου της Χημείας ‘Περιοδικός Πίνακας’ σε μεταγενέστερο χρόνο αφού οι μαθητές έχουν διδαχθεί την αντίστοιχη θεωρία. Επίσης θα μπορούσε να αποτελέσει μια γρήγορη επανάληψη και για τις υπόλοιπες τάξεις της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Το παιχνίδι καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που σχετίζονται με τα πρώτα είκοσι στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα. Οι μαθητές θα εμπλακούν στο παιχνίδι με ονόματα, σύμβολα και τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων, με την οργάνωση τους στο Περιοδικό Πίνακα σε ομάδες και περιόδους, τις βασικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των στοιχείων και τη κατανομή των ηλεκτρονίων του κάθε στοιχείου σε στιβάδες.

3.3 Οι εκπαιδευτικοί στόχοι

Για να προσδιοριστούν οι εκπαιδευτικοί στόχοι, χρησιμοποιήθηκε η ταξινόμια του Bloom, η οποία κατηγοριοποιεί τους στόχους σε διαφορετικά επίπεδα δυσκολίας. Αυτή η ταξινόμηση επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να καθοδηγήσουν τους μαθητές τους από την απλή απομνημόνευση και ανάκληση πληροφοριών (χαμηλότερες δεξιότητες σκέψης) προς πιο σύνθετες δεξιότητες όπως η σύνθεση και η αξιολόγηση (ανώτερες δεξιότητες σκέψης). Η ιεραρχική δομή της ταξινόμιας υποδηλώνει ότι οι μαθητές πρέπει να κατακτήσουν τα προηγούμενα επίπεδα πριν προχωρήσουν σε πιο προχωρημένους στόχους.

Ταξινόμηση κατά Bloom	Εκπαιδευτικοί στόχοι
Γνώση (Knowledge)	Οι μαθητές να είναι ικανοί να: <ul style="list-style-type: none">• Κατονομάζουν τα σύμβολα και τα ονόματα των πρώτων 20

	<p>στοιχείων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Περιγράφουν την δομή του Περιοδικού Πίνακα. • Αναγνωρίζουν μοτίβα στο Περιοδικό Πίνακα (περιοδικότητα) όπως οι ιδιότητες των στοιχείων κατά μήκος των περιόδων και των ομάδων.
Κατανόηση (Comprehension)	<p>Οι μαθητές να είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κατηγοριοποιούν τα στοιχεία στις διάφορες ομάδες • Εξηγούν γιατί τα στοιχεία βρίσκονται στις ομάδες αυτές
Εφαρμογή (Application)	<p>Οι μαθητές να είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Προβλέπουν τις ιδιότητες του κάθε στοιχείου σύμφωνα με τη θέση του στο Περιοδικό Πίνακα. • Εφαρμόζουν τους κανόνες κατανομής των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.
Ανάλυση (Analysis)	<p>Οι μαθητές να είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αναγνωρίζουν την αρχή δόμησης του Περιοδικού Πίνακα.
Σύνθεση (Synthesis)	<p>Οι μαθητές να είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συνδέουν τη λογική της ηλεκτρονιακής δόμησης των

	<p>ατόμων με την αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συνδέουν τη χημική συμπεριφορά ενός στοιχείου με τη θέση του στον Πίνακα.
Αξιολόγηση (Evaluation)	<p>Οι μαθητές να είναι ικανοί να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αξιολογούν που βρίσκεται ένα στοιχείο στο Περιοδικό Πίνακα.

Πίνακας 1 Οι εκπαιδευτικοί στόχοι του παιχνιδιού με βάση την Αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom.

Το παιχνίδι υποστηρίζει αυτούς τους στόχους καθώς οι ερωτήσεις στις κάρτες και οι διαδραστικές δραστηριότητες της επαυξημένης πραγματικότητας έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν όλα τα επίπεδα της Ταξινόμιας του Bloom. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας θα βοηθήσει τους μαθητές να οπτικοποιήσουν και να κατανοήσουν καλύτερα τις αφηρημένες έννοιες της Χημείας. Το “The Periodic Table ARventure” βασίζεται στις παιδαγωγικές αρχές του κονστρουκτιβισμού, όπου οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση μέσω ενεργούς εμπλοκής. Οι εκπαιδευτικοί στόχοι του παιχνιδιού περιλαμβάνουν την κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών των χημικών στοιχείων και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης μέσω της επίλυσης προβλημάτων. Η συνεργατική φύση του παιχνιδιού, όπου οι παίκτες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, προάγει τη συνεργατική μάθηση, ενισχύοντας την ομαδική δουλειά και την ανταλλαγή ιδεών μεταξύ των μαθητών.

3.4 Συμβατότητα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών

Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, n.d.) του μαθήματος της Χημείας για την Α' τάξη Γενικού Λυκείου αναφέρει στο κεφάλαιο 2 “Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του” προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα ότι ο/η μαθητής/τρια πρέπει να είναι ικανός/ή:

- Να εφαρμόζει τους κανόνες Bohr-Bury για την ηλεκτρονιακή δόμηση των στιβάδων και να κατανέμει σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1- 20 και 31-38.
- Να εξηγεί τη χρησιμότητα της ταξινόμησης των χημικών στοιχείων.
- Να αναγνωρίζει την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων ως τη βασική αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα.
- Να αναφέρει τι ονομάζεται ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.
- Να συσχετίζει τις ιδιότητες των στοιχείων των κύριων ομάδων με τις ηλεκτρονιακές τους δομές.
- Να αναφέρει τι ονομάζεται περίοδος του Περιοδικού Πίνακα.
- Να διακρίνει τα στοιχεία σε μέταλλα και αμέταλλα με βάση τη θέση τους στο Περιοδικό Πίνακα
- Να προσδιορίζει τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό.

3.5 Δομικά στοιχεία παιχνιδιού/Μηχανισμοί

3.5.1 Η ομάδα στόχου

Το “the Periodic Table ARventure” απευθύνεται πρωτίστως σε μαθητές Α΄ Λυκείου που έχουν διδαχθεί το Κεφάλαιο 2 “Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του”. Το παιχνίδι θα μπορούσε να αποτελέσει εργαλείο εμπέδωσης των γνώσεων του κεφαλαίου αυτού είτε θα μπορούσε να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο επανάληψης ακόμα και για μεγαλύτερους μαθητές της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

3.5.2 Οι παίκτες

Το παιχνίδι έχει σχεδιαστεί για δύο (2) έως τέσσερις (4) παίκτες ή από δύο (2) ή τέσσερις (4) ομάδες παικτών.

3.5.3 Ο στόχος του παιχνιδιού

Στόχος των παιχτών είναι να απαντήσουν σωστά στις ερωτήσεις και να φτάσουν πρώτοι στο τερματισμό του ταμπλό.

3.5.4 Πώς παίζεται το παιχνίδι

Για την επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού, οι παίκτες θα πρέπει να ακολουθήσουν τα εξής βήματα.

Κάθε παίκτης:

1. Διαλέγει ένα πιόνι.
2. Τοποθετεί το πιόνι του στο τετράγωνο της έναρξης.
3. Παίρνει μια κάρτα- σημειωματάριο για τη συμπλήρωση των απαντήσεών του.
4. Ανοίγει στο κινητό ή tablet την εφαρμογή ARTutor.
5. Σκανάρει τον QR κωδικό έναρξης που βρίσκεται πάνω στο ταμπλό του παιχνιδιού.
6. Όταν έρχεται η σειρά του, ρίχνει το ζάρι και μετακινεί το πιόνι του τόσα τετράγωνα όσα ο αριθμός που έφερε στο ζάρι.
7. Σκανάρει με τη συσκευή του την κάρτα που αντιστοιχεί στο τετράγωνο που βρίσκεται το πιόνι του. Εμφανίζεται η ερώτηση και αναγράφει την απάντηση στο σημειωματάριο του. Ακολουθεί η σειρά του επόμενου παίχτη.
8. Όταν ο παίκτης βρεθεί σε τετράγωνο με σκάλα μπορεί να την ανέβει ή να κατέβει θέση ανάλογα με το αν έχει απαντήσει σωστά ή λάθος στην ερώτηση. (Οι μοναδικές απαντήσεις που ελέγχει ο επιβλέπων στη διάρκεια του παιχνιδιού, οι υπόλοιπες ελέγχονται συνολικά στο τέλος).

α. Όταν ένας παίκτης βρεθεί στο τετράγωνο του Αζώτου ή του Αργιλίου και απαντήσει σωστά στις αντίστοιχες ερωτήσεις ανεβαίνει τη σκάλα δηλαδή να προσπερνάει τετράγωνα και ερωτήσεις.

β. Όταν ένας παίκτης βρεθεί στο τετράγωνο του Νατρίου ή του Θείου και απαντήσει λάθος στις αντίστοιχες ερωτήσεις κατεβαίνει τη σκάλα και κάνει τη διαδρομή που του αντιστοιχεί ξανά.

9. Το παιχνίδι ολοκληρώνεται όταν όλοι οι παίκτες έχουν φτάσει στο τετράγωνο του τερματισμού. Ο επιβλέπων καθηγητής ανατροφοδοτεί τους παίκτες με τις σωστές απαντήσεις.

10. Νικητής του παιχνιδιού είναι ο παίκτης που έχει απαντήσει τις περισσότερες σωστές απαντήσεις. Σε περίπτωση ισοπαλίας κερδίζει αυτός που έφτασε πρώτος στο τερματισμό.

3.5.5 Ο εξοπλισμός

Το παιχνίδι αυτό περιλαμβάνει:

- Ένα ταμπλό, το οποίο απεικονίζει τα 20 διαφορετικά τετράγωνα θέσεις των πρώτων 20 στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα. Επιπλέον, το ταμπλό αποτελείται από το τετράγωνο εκκίνησης και τερματισμού που περιλαμβάνουν αντίστοιχα βίντεο ενθάρρυνσης και το λογότυπο του παιχνιδιού στο κέντρο του ταμπλό που περιλαμβάνει ένα βίντεο -παρουσίαση του παιχνιδιού, εξηγώντας συνοπτικά και τους κανόνες του.
- Ένα (1) αριθμητικό ζάρι.
- Τέσσερα (4) πιόνια διαφορετικού χρώματος.
- Τέσσερις (4) μαρκαδόρους.
- Τέσσερις (4) επαναχρησιμοποιούμενες κάρτες - σημειωματάρια για να απαντούν οι παίκτες .

- Είκοσι (20) κάρτες που αντιστοιχούν στα είκοσι (20) χημικά στοιχεία του ταμπλό που σκανάροντας αυτές ξεπροβάλλουν οι αντίστοιχες ερωτήσεις.
- Κάθε παίκτης ή ομάδα χρειάζεται smartphone ή tablet, στο οποίο θα είναι εγκατεστημένη η εφαρμογή ARTutor.

3.5.6 Νίκη/Ήττα

Ο παίκτης (ή η ομάδα) με τις περισσότερες σωστές απαντήσεις ανακηρύσσεται νικητής. Εφόσον υπάρχει ισοπαλία τότε κερδίζει ο παίκτης (ή η ομάδα) που τερμάτισε πρώτος.

3.5.7 Οι κανόνες του παιχνιδιού

- Προετοιμασία Παιχνιδιού

Κάθε παίκτης (ή ομάδα) διαλέγει ένα πιόνι και το βάζει στο τετράγωνο έναρξης.

Κάθε παίκτης (ή ομάδα) παίρνει από ένα σημειωματάριο, ένα μαρκαδόρο και ανοίγει την εφαρμογή ARTutor στο κινητό ή το tablet. Σκανάρει το QR κωδικό από το ταμπλό για να βρει το παιχνίδι και κατεβάζει τις επαυξήσεις.

- Έναρξη & Σειρά Παιχνιδιού

Η σειρά των παιχτών (ή των ομάδων) καθορίζεται ρίχνοντας το ζάρι. Πρώτος παίκτης είναι αυτός που τυχαίνει το μεγαλύτερο αριθμό, δεύτερος τον αμέσως επόμενο μεγαλύτερο αριθμό κ.ο.κ

Κάθε παίκτης (ή ομάδα) ρίχνει το ζάρι και κινεί το πιόνι του όσες θέσεις δείχνει το ζάρι, κατά την φορά που αυξάνονται οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων.

Τετράγωνα Χημικών Στοιχείων

Κάθε τετράγωνο του ταμπλό φέρει από ένα χημικό στοιχείο κατά αύξοντα ατομικό αριθμό όπως έχει δημιουργηθεί και ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας. Κάθε στοιχείο λοιπόν του ταμπλό φέρει και την αντίστοιχη κάρτα που

σκανάρεται και ξεπροβάλλει μία ερώτηση. Η απάντηση σημειώνεται από τον κάθε παίκτη (ομάδα) στο σημειωματάριο. Οι απαντήσεις μένουν κρυφές για τον κάθε παίκτη και η ανατροφοδότηση δίνεται στο τέλος από τον καθηγητή.

Στα τετράγωνα των στοιχείων του Αζώτου, του Αργιλίου, του Νατρίου και του Θείου βρίσκονται οι διευκολύνσεις ή τα εμπόδια με τις εικονιζόμενες σκάλες. Πιο συγκεκριμένα, στα τετράγωνα του Αζώτου ή του Αργιλίου αν ο παίκτης απαντήσει σωστά στις αντίστοιχες ερωτήσεις ανεβαίνει τη σκάλα δηλαδή προσπερνάει τετράγωνα και ερωτήσεις. Αντίθετα, στα τετράγωνα του Νατρίου ή του Θείου αν απαντήσει λάθος στις αντίστοιχες ερωτήσεις κατεβαίνει τη σκάλα και κάνει ξανά τη διαδρομή. Οι μοναδικές απαντήσεις που τσεκάρει ο καθηγητής κατά την διάρκεια του παιχνιδιού είναι αυτές ώστε να εξελιχθεί ομαλά το παιχνίδι.

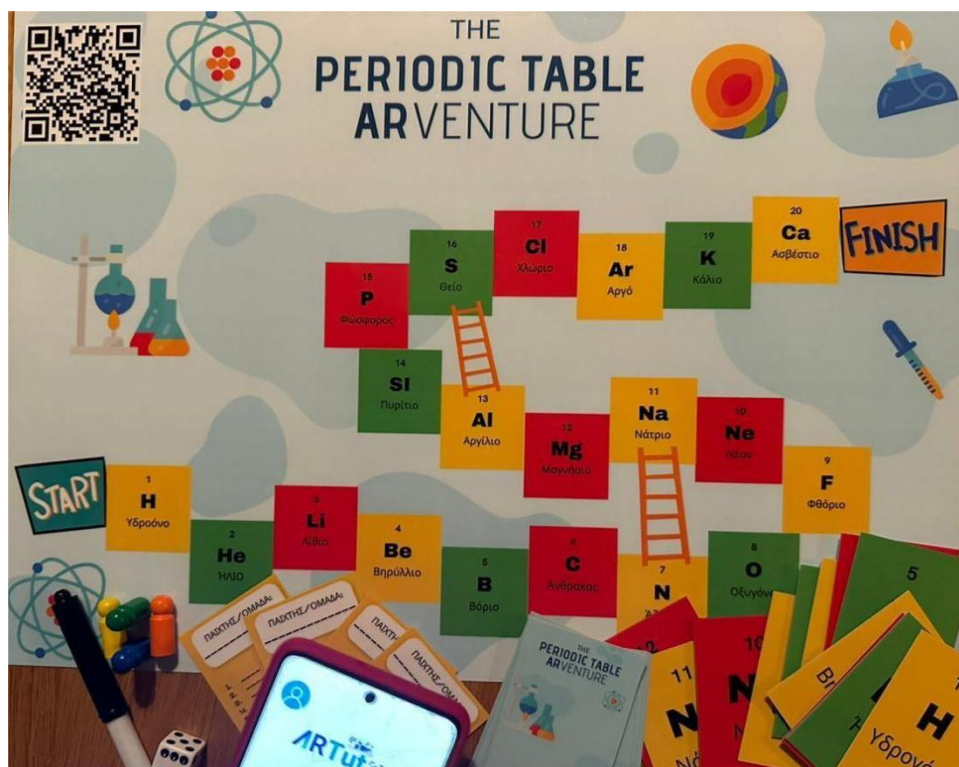
- Τέλος Παιχνιδιού & Νικητής

Το παιχνίδι τελειώνει όταν όλοι οι παίκτες φτάσουν στο τερματικό σταθμό. Στο σημείο αυτό ο επιβλέπων καθηγητής ανατροφοδοτεί τους παίκτες με τα αποτελέσματα.

Νικητής (ή νικήτρια ομάδα) είναι αυτός που έχει απαντήσει στις περισσότερες σωστές ερωτήσεις. Σε περίπτωση ισοπαλίας κερδίζει αυτός που έχει φτάσει πρώτος στο τέρμα.

3.6 Οπτικοποίηση παιχνιδιού

Η οπτική αναπαράσταση του παιχνιδιού είναι κρίσιμη κατά τη φάση του σχεδιασμού, καθώς προσφέρει μια ξεκάθαρη και άμεση εικόνα για την αισθητική, τη δομή και τη δυναμική του παιχνιδιού. (Εικόνα 1) Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζεται μια ενδεικτική απεικόνιση του προτεινόμενου παιχνιδιού “the Periodic Table ARventure” για να γίνουν κατανοητά όλα τα στοιχεία του.

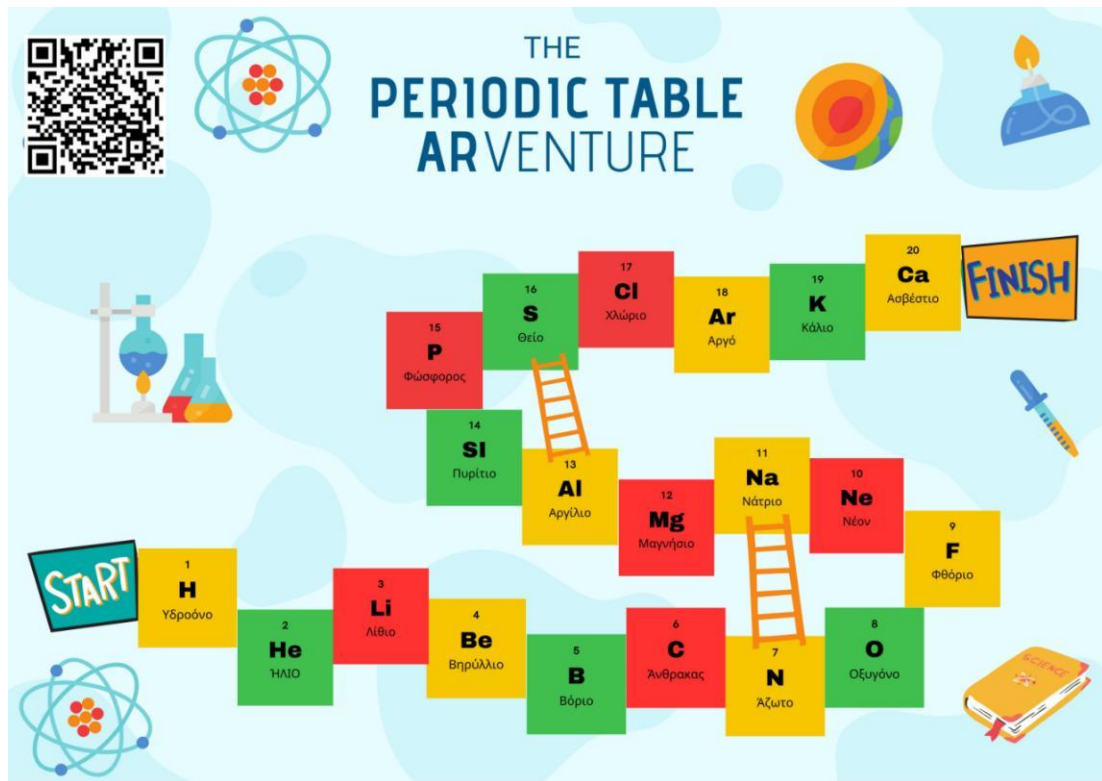


Εικόνα 1 Περιεχόμενα παιχνιδιού

3.6.1 Το ταμπλό του παιχνιδιού

Το ταμπλό του παιχνιδιού (Εικόνα 2) αποτελείται από:

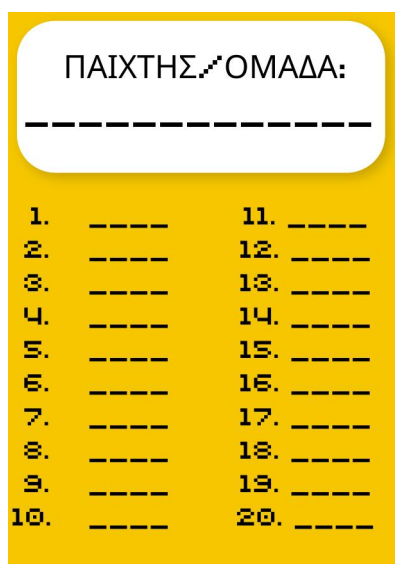
- Ο QR κωδικός που σκανάρωντάς τον με την εφαρμογή ARTutor ξεκινά το παιχνίδι.
- Το λογότυπο με την ονομασία του παιχνιδιού που σκανάρωντάς το αναδύεται ένα video- promo με τις οδηγίες του παιχνιδιού.
- τους σταθμούς έναρξης 'start' και λήξης 'finish' του παιχνιδιού που σκανάροντας αυτές βγαίνουν ευχάριστα video ενθάρρυνσης και συγχαρητηρίων αντίστοιχα.
- μια προσομοίωση του Περιοδικού Πίνακα για τα πρώτα είκοσι χημικά στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα που έχουν τοποθετηθεί όπως στον Περιοδικό Πίνακα κατά αύξοντα ατομικό αριθμό. Κάθε τετράγωνο αντιστοιχεί σε ένα χημικό στοιχείο που δείχνει την ονομασία του, το σύμβολό του και τον ατομικό του αριθμό. Με βάση αυτές τις πληροφορίες οι παίκτες μπορούν να απαντήσουν στις ερωτήσεις που ακολουθούν.



Εικόνα 2 Ταμπλό παιχνιδιού “the Periodic Table ARventure”.

3.6.2 Προετοιμασία παιχνιδιού

Στους παίκτες αρχικά μοιράζεται από μια κάρτα - σημειωματάριο που θα σημειώνουν τις απαντήσεις τους, ένας μαρκαδόρος και μια συσκευή smartphone ή tablet.



Εικόνα 3 Κάρτα- Σημειωματάριο “the Periodic Table ARventure”.

Οι παίκτες διαλέγουν πιόνια και τα τοποθετούν στο τετράγωνο - σταθμός ‘start’ στο ταμπλό του παιχνιδιού.



Εικόνα 4 Σταθμός έναρξης παιχνιδιού “the Periodic Table ARventure”.

3.6.3 Εκκίνηση παιχνιδιού

Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή ARTutor στη συσκευή τους, οι παίκτες σκανάρουν το QR κωδικός που βρίσκεται στο πάνω μέρος του ταμπλό.

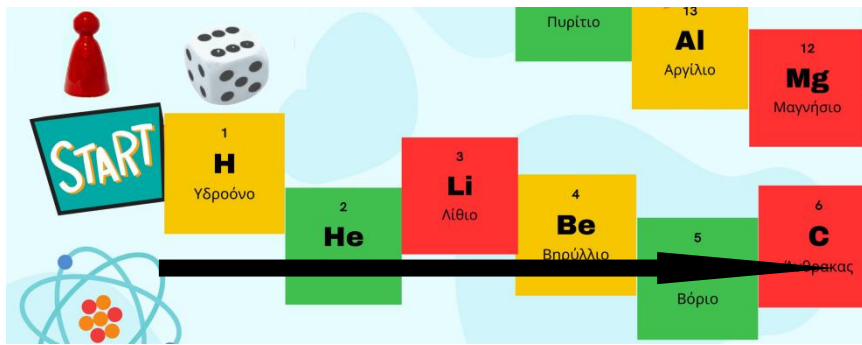


Εικόνα 5 Ο QR κωδικός του παιχνιδιού.

3.6.4 Η σειρά κάθε παίκτη

Για να καθοριστεί η σειρά παιχνιδιού, οι παίκτες ρίχνουν ένα ζάρι. Ο παίκτης με τη μεγαλύτερη ζαριά ξεκινά πρώτος, ακολουθούμενος από τον παίκτη με την αμέσως επόμενη μεγαλύτερη ζαριά, και ούτω καθεξής. Σε περίπτωση ισοπαλίας, οι εμπλεκόμενοι παίκτες ξαναρίχνουν το ζάρι μέχρι να προκύψει ένας μοναδικός νικητής που θα καθορίσει τη σειρά τους στο παιχνίδι.

Ο παίκτης ρίχνει το ζάρι και προχωρά το πιόνι του στον πίνακα παιχνιδιού, σύμφωνα με τον αριθμό που έδειξε το ζάρι.



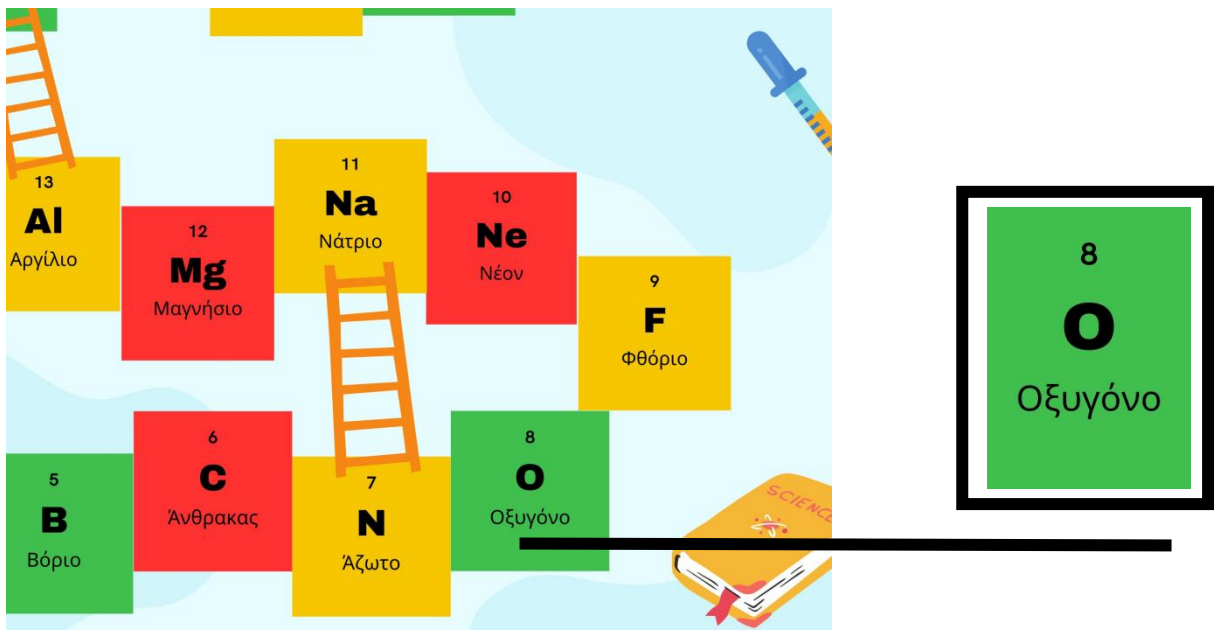
Εικόνα 6 Μετακίνηση σύμφωνα με το ζάρι.

3.6.5 Εμφάνιση μαθησιακού υλικού

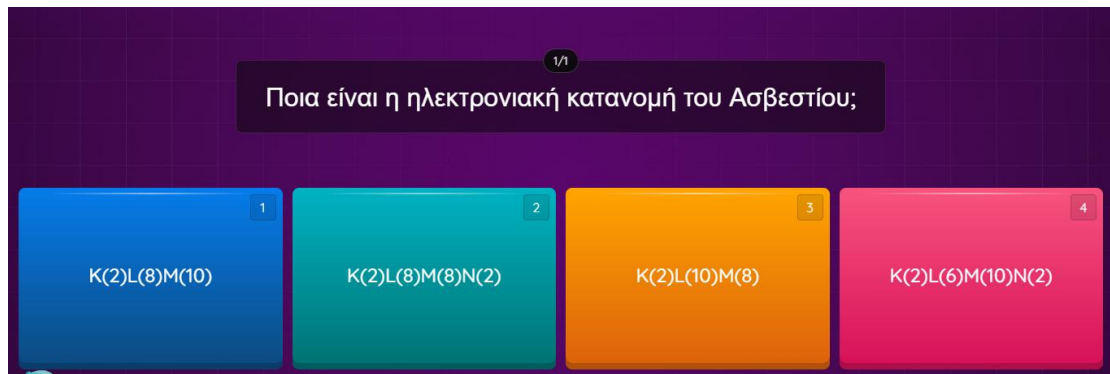
Αφού ο παίκτης τοποθετήσει το πιόνι του στο τετράγωνο, που υποδεικνύει το ζάρι, παίρνει την αντίστοιχη κάρτα και την σκανάρει με τη συσκευή του. Στην οθόνη του, θα ξεδιπλωθεί quiz που αντιστοιχεί στο χημικό στοιχείο του τετραγώνου που βρίσκεται το πιόνι. Για να απαντηθεί σωστά το quiz αρκούν τα δεδομένα που βρίσκονται πάνω στις κάρτες και κυρίως ο ατομικός αριθμός του στοιχείου.

3.6.6 Οι κάρτες

Κάθε τετράγωνο συνδέεται με την αντίστοιχη κάρτα όπου σκανάροντάς την ξεπροβάλλει η ερώτηση για το κάθε στοιχείο του ταμπλό.



Εικόνα 7 Παράδειγμα αντιστοιχίας τετραγώνου με κάρτα.



Εικόνα 8 Ερώτηση quiz που αντιστοιχεί για το τετράγωνο - κάρτα του Ασβεστίου.

Οι παίκτες αναγράφουν τις απαντήσεις τους στη κάρτα σημειωματάριο. Οι απαντήσεις ελέγχονται στο τέλος του παιχνιδιού από τον επιβλέπων καθηγητή εκτός και αν οι παίκτες έχουν βρεθεί στα τετράγωνα με τις σκάλες που είναι είτε ευκαιρίες διευκόλυνσης ή εμποδίων. Αυτά τα τετράγωνα αντιστοιχούν στις ερωτήσεις 7, 11, 13 και 16 όπου ελέγχονται στην διάρκεια του παιχνιδιού για να μπορέσει να συνεχίσει ομαλά.

ΠΑΙΧΤΗΣ/ΟΜΑΔΑ:
ΑΤΡΟΜΗΤΟΙ

1.	1	_____	11.	_____
2.		_____	12.	_____
3.		_____	13.	_____
4.		_____	14.	_____
5.	2	_____	15.	_____
6.		_____	16.	_____
7.	3	_____	17.	_____
8.		_____	18.	_____
9.		_____	19.	_____
10.		_____	20.	_____

Εικόνα 9 Κάρτα συμπλήρωσης απαντήσεων.

3.6.7 Τέλος παιχνιδιού – Νικητής

Το παιχνίδι ολοκληρώνεται όταν όλοι οι παίκτες φτάσουν στο τερματικό σταθμό. Στο σημείο αυτό ο καθηγητής ελέγχει όλες τις απαντήσεις των παιχτών και νικητής ανακηρύσσεται αυτός που έχει τις περισσότερες σωστές

απαντήσεις. Αν υπάρχει ισοπαλία κερδίζει αυτός που έφτασε πρώτος στο τερματισμό.



Εικόνα 10 Τερματικός σταθμός παιχνιδιού.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

4.1 Επισκόπηση του παιχνιδιού

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη σχεδίαση και την ανάπτυξη ενός πρωτότυπου επιτραπέζιου παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας (ΕΠ) με τίτλο "The Periodic Table ARventure" που μπορεί να αξιοποιηθεί για τη διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ειδικότερα στην Α' τάξη του Γενικού Λυκείου. Το παιχνίδι σχεδιάστηκε με στόχο να καλύψει το δεύτερο κεφάλαιο του σχολικού εγχειριδίου της Χημείας της Α' Λυκείου, το οποίο πραγματεύεται τον Περιοδικό Πίνακα. Επιπλέον, για την ανάπτυξη του παιχνιδιού αξιοποιήθηκε η πλατφόρμα ARTutor, η οποία επιτρέπει τον εμπλουτισμό των σχολικών εγχειριδίων με ψηφιακό περιεχόμενο.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί μια τεχνολογία που κερδίζει συνεχώς έδαφος στην εκπαίδευση και ειδικότερα στη συνεισφορά της στη μαθησιακή διαδικασία των φυσικών επιστημών, καθώς επιτρέπει την ταυτόχρονη χρήση πραγματικών και εικονικών αντικειμένων. Τα βασικά της χαρακτηριστικά είναι ότι συνδυάζει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο, παρέχει τη δυνατότητα για αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και προσφέρει μια τρισδιάστατη εμπειρία. Η ΕΠ συμβάλλει στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας καθώς επιτρέπει την οπτικοποίηση εννοιών που είναι δύσκολο να περιγραφούν θεωρητικά, ενώ ταυτόχρονα κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών, ενισχύει τη φαντασία και τη δημιουργικότητά τους και τους εμπλέκει ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία. Ειδικά για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, η ΕΠ μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς οι έννοιες που περιλαμβάνει το γνωστικό τους αντικείμενο είναι συχνά αφηρημένες και αποσυνδεδεμένες από την καθημερινότητα. Επομένως, οι μαθητές δυσκολεύονται να τις κατανοήσουν και να τις αφομοιώσουν. Παρόλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η ΕΠ στη διδασκαλία, συγκεκριμένα ο τομέας των επιτραπέζιων

παιχνιδιών ΕΠ βρίσκεται ακόμη πίσω, και αυτό προσπαθεί να αναδείξει η παρούσα εργασία.

Η πρωτοτυπία του παιχνιδιού "The Periodic Table ARventure" έγκειται στο γεγονός ότι συνδυάζει τη διασκέδαση με τη μάθηση, την τεχνολογία της ΕΠ με το παραδοσιακό επιτραπέζιο παιχνίδι. Διαφοροποιείται από τις προσεγγίσεις που παρουσιάστηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο κυρίως στο ότι έχει καθαρό εκπαιδευτικό στόχο και σχεδιάστηκε για να διδάξει και να καλύψει συγκεκριμένο μαθησιακό περιεχόμενο από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών αντίθετα με τα υπόλοιπα που δεν είναι τόσο προσαρμοσμένα στο διδακτικό περιεχόμενο. Ενώ οι περισσότερες μελέτες επικεντρώνονται σε εφαρμογές για κινητές συσκευές ή σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας, η παρούσα εργασία συνδυάζει την τεχνολογία της ΕΠ, με τη χρήση της πλατφόρμας ARTutor, με το παραδοσιακό επιτραπέζιο παιχνίδι και τη τύχη εφόσον η ροή του παιχνιδιού καθορίζεται από τη ζαριά.

Παράλληλα για το σχεδιασμό του παιχνιδιού υιοθετήθηκαν κάποιες πρακτικές από τα προαναφερθέντα παιχνίδια. Εκτός από τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, χρησιμοποιήθηκαν QR κωδικοί, η ενσωμάτωση ψηφιακού περιεχομένου για τη δημιουργία των ερωτήσεων και βίντεο. Επιπρόσθετα, βασικό κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων παιχνιδιών αποτελεί η ενίσχυση της συνεργατικής μάθησης καθώς ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των παιχτών μέσα στις ομάδες τους.

Συνολικά, το "The Periodic Table ARventure" διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα παιχνίδια στο ότι αποτελεί ένα ειδικά προσαρμοσμένο παιχνίδι με ένα πολύ συγκεκριμένο εκπαιδευτικό περιεχόμενο για το μάθημα της Χημείας. Για το λόγο αυτό αποτελεί καινοτόμο εκπαιδευτικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του Περιοδικού Πίνακα και των βασικών αρχών της Χημείας με έναν διασκεδαστικό και ευχάριστο τρόπο.

4.2 Πιθανές βελτιώσεις ή προτάσεις για μελλοντική εργασία στο παιχνίδι.

Το "The Periodic Table ARventure", αν και αποτελεί ένα ολοκληρωμένο παιχνίδι που μπορεί να αξιοποιηθεί για τη διδασκαλία της Χημείας, υπάρχουν αρκετά σημεία που μπορούν να βελτιωθούν, ώστε να γίνει ακόμα πιο αποτελεσματικό και πιο ελκυστικό για τους μαθητές.

- Ενίσχυση της οπτικής εμφάνισης: Η αισθητική του παιχνιδιού μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με τη χρήση πιο ελκυστικών γραφικών, εικόνων και χρωμάτων, τόσο στο ταμπλό όσο και στις κάρτες. Η χρήση θεματικών εικόνων που σχετίζονται με τη Χημεία μπορεί να κάνει το παιχνίδι πιο ενδιαφέρον και να βοηθήσει τους μαθητές να συνδέσουν τις έννοιες με τον πραγματικό κόσμο. Επιπλέον, η προσθήκη ηχητικών εφέ και μουσικής μπορεί να δημιουργήσει μια πιο καθηλωτική ατμόσφαιρα και να ενισχύσει τη συνολική εμπειρία παιχνιδιού.
- Βελτίωση της χρηστικότητας: Η χρηστικότητα του παιχνιδιού μπορεί να βελτιωθεί με την απλοποίηση των κανόνων και των οδηγιών, ώστε να είναι πιο εύκολα κατανοητά από τους μαθητές. Επίσης, η χρήση συμβόλων και εικόνων μπορεί να διευκολύνει την κατανόηση των κανόνων και να κάνει το παιχνίδι πιο προσιτό σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες.
- Ενσωμάτωση στοιχείων παιγνιώδους μάθησης: Η ενσωμάτωση στοιχείων παιγνιώδους μάθησης, όπως η χρήση βαθμολογιών, επιπέδων, προκλήσεων και ανταμοιβών, μπορεί να αυξήσει το κίνητρο και την εμπλοκή των μαθητών. Η δυνατότητα να ξεκλειδώσουν νέα επίπεδα, χαρακτήρες ή λειτουργίες καθώς προχωρούν στο παιχνίδι μπορεί να τους δώσει ένα αίσθημα προόδου και επιτυχίας.
- Προσθήκη περισσότερων στοιχείων και εννοιών: Στο μέλλον, το παιχνίδι μπορεί να επεκταθεί με την προσθήκη περισσότερων ενοτήτων που αφορούν διαφορετικούς κλάδους της Χημείας, όπως η Οργανική Χημεία ή οι Χημικές Αντιδράσεις. Επιπλέον, η χρήση του παιχνιδιού θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε μαθήματα Φυσικής ή Βιολογίας, όπου η επαυξημένη

πραγματικότητα θα βοηθούσε στην οπτικοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων.

- Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του παιχνιδιού: Η διεξαγωγή μιας συστηματικής αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας του παιχνιδιού ως προς την επίτευξη των μαθησιακών στόχων και τη βελτίωση της στάσης των μαθητών απέναντι στη Χημεία θα ήταν σημαντική. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με τη χρήση ερωτηματολογίων, προ- και μετα- παιχνιδιού, παρατήρησης και συνεντεύξεων με τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς.
- Συγκριτική μελέτη με άλλες μεθόδους διδασκαλίας: Η διεξαγωγή μιας συγκριτικής μελέτης μεταξύ της χρήσης του παιχνιδιού και άλλων παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας της Χημείας θα μπορούσε να δείξει την αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού σε σχέση με άλλες προσεγγίσεις. Αυτό θα μπορούσε να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αποφασίσουν πώς να ενσωματώσουν το παιχνίδι στην πρακτική τους και να αξιολογήσουν τα οφέλη του σε σχέση με άλλες μεθόδους.

Συμπερασματικά, το "The Periodic Table ARventure" αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο εκπαιδευτικό εργαλείο που μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη διδασκαλία της Χημείας. Επιπρόσθετα, η τεχνολογία ARTutor προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες στην εκπαιδευτική διαδικασία, και η ευκολία χρήσης της επιτρέπει την εφαρμογή της σε διαφορετικά μαθησιακά περιβάλλοντα, είτε σε δια ζώσης διδασκαλία είτε εξ αποστάσεως. Με τις κατάλληλες βελτιώσεις και την περαιτέρω ανάπτυξή του, το παιχνίδι αυτό μπορεί να γίνει ακόμα πιο αποτελεσματικό, ελκυστικό και προσίτο σε όλους τους μαθητές, ενισχύοντας την κατανόηση των βασικών αρχών της Χημείας και καλλιεργώντας το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη αυτή.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Agarwal, M. & Saha, S. (2011). Learning chemistry through puzzle based game: Atoms to Molecule. In: *2011 9th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, Stara Lesna, Slovakia, 189-193. doi: 10.1109/ICETA.2011.6112613.
- Arztmann, M., Alfaro, J. L. D., Blattgerste, J., Jeurung, J., & Van Puyvelde, P. (2022, September). Marie's ChemLab: a mobile augmented reality game to teach basic chemistry to children. In *European Conference on Games Based Learning*.
- Ayer, S. K., Messner, J. I., & Anumba, C. J. (2016). Augmented reality gaming in sustainable design education. *Journal of Architectural Engineering*, 22(1), 04015012. DOI:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000195](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000195)
- Bacca Acosta, J. L., Baldiris Navarro, S. M., Fabregat Gesa, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology and Society*, 2014, vol. 17, núm. 4, p. 133-149. Retrieved 2024, August 10. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/17763>
- Βαρβέρης, Σ., Παλαιγεωργίου, Γ., & Λεμονίδης, Χ. (2017). Επιτραπέζιο παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας για εκμάθηση στρατηγικών νοερών υπολογισμών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 480-491. DOI: <https://doi.org/10.12681/cetpe.4103>
- Boletsis, C., McCallum, S. (2013). The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education. In: Ma, M., Oliveira, M.F., Petersen, S., Hauge, J.B. (eds) *Serious Games Development and Applications. SGDA 2013. Lecture Notes in Computer Science*, vol 8101. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-40790-1_9
- Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of computer assisted learning*, 29(6), 505-517. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Γρίβας, Γ., Κουνάβης, Β., Ανδρεοπούλου, Α., & Βουδούκης, Ν. (2016). *Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality-AR) και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες*. Ανακτήθηκε 2024, Αύγουστος 10. https://www.researchgate.net/publication/310646145_Epauxemene_Pragmatikoteta_Augmented_Reality_AR_kai_Ekpaideuse_stis_Physikes_Epistemes
- Chen, C. M., & Tsai, Y. N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638-652. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.001>
- Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 111, 106418. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106418>
- Cooper, N., Keatley, A., Dahlquist, M., Mann, S., Slay, H., Zucco, J., ... & Thomas, B. H. (2004, September). Augmented reality chinese checkers. In *Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology* (pp. 117-126). Retrieved 2024, August 10. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1067343.1067357>
- Crandall, P. G., Engler III, R. K., Beck, D. E., Killian, S. A., O'Bryan, C. A., Jarvis, N., & Clausen, E. (2015). Development of an augmented reality game to teach abstract concepts in food chemistry. *Journal of Food Science Education*, 14(1), 18-23. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12048>
- Δαλακώστα, Κ., & Παυλάτου, Ε. (2019). Διαδραστική εφαρμογή με τρισδιάστατες απεικονίσεις και ψηφιακούς οδηγούς στο μάθημα της χημείας στο ΕΜΠ. Ανακτήθηκε 2024, Αύγουστος 10. <https://repository-empedu-rd.ekt.gr/empedu-rd/handle/123456789/151>
- Ελευθεριάδου, Π. Π., Ανυσιάδη, Ι. Ε., Τοπχαρίδης, Ι., Πανίδης, Α., & Καζανίδης, Ι. (2022). Εκπαιδευτικό επιτραπέζιο παιχνίδι με αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας—Η περίπτωση της

- Μυθομαχίας. Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, 243-0254. Ανακτήθηκε 2024, Αύγουστος 12. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5742>
- EU Commission (2011). *Council Resolution on a Renewed Agenda for adult learning*. Bruxelles: EU.
- Ζιάκα, Χ., Γκικοπούλου, Ου., Καπότης, Ε., Τσάκωνας, Π., & Καλκάνης, Γ. (2020). Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στα σχολικά εγχειρίδια «Φυσικών» Δημοτικού – Έρευνα, Προτάσεις. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), *Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11 ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21ο αι., 1189- 1196. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
- Falah, S. A. A. A., Fajr, R., & Aqa, S. A. (2024). Effects of Virtual and Augmented Reality in Chemistry Education: Systematic Literature Review. *technology*, 7(1), 221-239. Retrieved 2024, August 13. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/112608447/414665417-libre.pdf?1711000406=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEffects_of_Virtual_and_Augmented_Reality.pdf&Expires=1724848561&Signature=NRNODQqX9259CcePVfWnPg54t1EHoZ1kamwmM7pzYHKOUQ1ISalfWqYgbgLoTbuC1wGAY9KBbZPiOtByLq~39uBgS8gMX5YfVWAoOk4vN9Isnw7mKLMoa2pxoB9hf8WP39ELGU4-huQsTANDlhMXMDt2vbPx-fdYho8EsUEbJiOmzYetoU2Bd2diFThME1ErG9ulG2C6omOKZHFoU9XuS4QooJ07vsD6otY8OD-Sba~VAITaA9WFMZqljzT9DQhWTw2C1USMzxxPn3czOioYLEq~BbnHCRHgGbficRBaxnwtYxAiQx1~5n4l6PyJYBVE266MirhfLx6Ymh~wWaiwA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C., & Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1895-1906. DOI:<https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1057747>
- Ιατράκη, Γ., & Μικρόπουλος, Α. (2022). Η διερεύνηση των φάσεων του νερού από μαθητές με νοητική αναπηρία μέσω επαυξημένης πραγματικότητας. Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, 1027-1038.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & education*, 71, 1-13. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (n.d.). Νέα Ψηφιακή Πλατφόρμα Προβολής Εκπαιδευτικού Υλικού. *Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής*. Ανακτήθηκε 2024, Σεπτέμβριος 15. <https://iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli>
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual reality*, 10, 163-174. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Khairani, R. N. ., & Prodjosantoso, A. K. (2023). Application of Augmented Reality on Chemistry Learning: A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 1221–1228. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4412>
- Κουτρομάνος, Γ. (2017). Παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας σε συσκευές κινητής τεχνολογίας σε τυπικά και άτυπα περιβάλλοντα μάθησης: Υπάρχουσα κατάσταση, δυνατότητες και προκλήσεις για την εκπαίδευση, στο Α. Σοφός, Ε. Αυγερινός, Π. Καραμούζης, Λ. Χριστοδουλίδου και Μ. Δάρρα (επιμ.). *Εκπαίδευση με Χρήση Νέων Τεχνολογιών, Παιδαγωγική αξιοποίηση ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία*, 75–125). Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Li, J., Van der Spek, E. D., Feijs, L., Wang, F., & Hu, J. (2017). Augmented reality games for learning: A literature review. In *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: 5th International Conference, DAPI 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings* 5, 612-626. Springer International Publishing.
- Liarokapis, F., Macan, L., Malone, G. et al. Multimodal augmented reality tangible gaming. *Vis Comput* 25, 1109–1120 (2009).DOI: <https://doi.org/10.1007/s00371-009-0388-3>
- Lytridis, C., & Tsinakos, A. (2018). Evaluation of the ARTutor augmented reality educational platform in tertiary education. *Smart Learning Environments*, 5, 1-15. Retrieved 2024, August 12. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-018-0058-x>

- Lytridis, C., Tsinakos, A., & Kazanidis, I. (2018). ARTutor—an augmented reality platform for interactive distance learning. *Education Sciences*, 8(1), 6. DOI:<https://doi.org/10.3390/educsci8010006>
- Mazzuco, A., Krassmann, A. L., Reategui, E., & Gomes, R. S. (2022). A systematic review of augmented reality in chemistry education. *Review of Education*, 10(1), e3325. DOI: <https://doi.org/10.1002/rev3.3325>
- Rizov, T. & Rizova, E. (2015). Augmented reality as a teaching tool in higher education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 3(1), 7-15. Retrieved 2024, August 9. <https://cyberleninka.ru/article/n/augmented-reality-as-a-teaching-tool-in-higher-education>
- Sari, I., & Sinaga, P. (2021, March). Augmented reality technology as a tool to support chemistry learning: a scoping review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1806, No. 1, p. 012191). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/1806/1/012191
- Shui, L. (2013, September). A serious game designed for senior high school students chemistry study. In *2013 IEEE International Games Innovation Conference (IGIC)*, 236-240. DOI: 10.1109/IGIC.2013.6659124.
- Sousa, A.M., Romão, T. (2021). Encouraging Chemistry Learning Through an Augmented Reality Magic Game. In: Ardito, C., et al. *Human-Computer Interaction – INTERACT 2021*. INTERACT 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12934. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85613-7_2
- Terzopoulos, G., Kazanidis, I., Tsinakos, A. (2022). Building a General Purpose Educational Augmented Reality Application: The Case of ARTutor. In: Auer, M.E., Tsiatsos, T. (eds) *New Realities, Mobile Systems and Applications. IMCL 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 411. DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_16
- Tobar, H., Baldiris, S., & Fabregat, R. (2017). Augmented Reality Game-Based Learning: Enriching Students' Experience During Reading Comprehension Activities. *Journal of Educational Computing Research*, 55. DOI: 10.1177/0735633116689789
- Τριανταφυλλίδου, Ε., Καρατράντου, Α., Πετρόπουλος, Μ., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2022). Εξ αποστάσεως διδασκαλία πειραμάτων Χημείας σε μαθητές Γυμνασίου με τη χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών προσομοίωσης κι επαυξημένης πραγματικότητας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 0915-0932. Ανακτήθηκε 2024, Αύγουστος 10. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5800>
- Ullah, M., Amin, S. U., Munsif, M., Yamin, M. M., Safaev, U., Khan, H., ... & Ullah, H. (2022). Serious games in science education: a systematic literature. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 4(3), 189-209. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.vrih.2022.02.001>
- Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International journal of virtual reality*, 9(2), 1-20. Retrieved 2024, August 13. https://www.researchgate.net/publication/279867852_A_Survey_of_Augmented_Reality_Technologies_Applications_and_Limitations
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & education*, 68, 570-585. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- Zhonggen, Y. (2019). A meta-analysis of use of serious games in education over a decade. *International Journal of Computer Games Technology*, 2019(1), 4797032. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/4797032>