



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

**Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στο Δημοτικό Σχολείο για
το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο με στοιχεία επαυξημένης
πραγματικότητας**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΑΛΕΞΙΟΥ

ΦΛΩΡΙΝΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2024

Φύλλο Εξέτασης

1. Επόπτης: Σοφιανίδης Άγγελος

Βαθμός: _____

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

2. Δεύτερη Βαθμολογήτρια: Παπαδοπούλου Πηνελόπη

Βαθμός: _____

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Γενικός Βαθμός: _____

Ο συγγραφέας Κωνσταντίνος Αλεξίου βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στις εργασίες τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της Ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Περιεχόμενα

Φύλλο Εξέτασης	1
Περίληψη	4
Abstract.....	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1.1 Τι είναι η Νάνο-επιστήμη & Νάνο-τεχνολογία (N-ET).....	5
1.2 Ποια είναι η εκπαιδευτική αξία της N-ET	5
1.3 Ποιες είναι οι μεγάλες ιδέες της N-ET στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.....	6
1.4 Εκπαιδευτική αξιοποίηση του φαινομένου της σαύρας Γκέκο στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.....	7
1.5 Αντιλήψεις μαθητών/τριών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη σαύρα Γκέκο	9
1.6 Αξιοποίηση της Επαυξημένης πραγματικότητας στις Φυσικές Επιστήμες.	11
1.7 Σύνοψη.....	14
2. Μεθοδολογία	14
2.1 Στόχος της έρευνας	14
2.2 Περιγραφή του εκπαιδευτικού υλικού	15
2.3 Εργαλείο συλλογής δεδομένων.....	26
2.4 Συμμετέχοντες και διαδικασία συλλογής δεδομένων	26
2.5 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων.....	27
3. Αποτελέσματα	28
3.1 Θέμα: Θετικά στοιχεία.....	28
3.2 Θέμα: Δυσκολίες Εφαρμογής	30
3.3 Θέμα: Προτεινόμενες αλλαγές.....	31
Συμπεράσματα	33
4. Παράρτημα: Φύλλα Εργασίας.....	35
Φύλλο Εργασίας 1.....	35
Φύλλο Εργασίας 2.....	38

Φύλλο Εργασίας 3.....	40
Βιβλιογραφία	43

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την εισαγωγή του φαινομένου της σαύρας Γκέκο στο Δημοτικό σχολείο. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας, αξιοποιώντας τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας. Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι με τίτλο «Ο Φερνάντο το ξεχασιάρικο σαμιαμίδι», με στόχο την εμπλοκή των μαθητών κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Το εκπαιδευτικό υλικό αξιολογήθηκε από τέσσερις εκπαιδευτικούς με γνώσεις και εμπειρία στη διδασκαλία της Ν-ΕΤ. Οι εκπαιδευτικοί απάντησαν σε ερωτηματολόγιο σχετικά με την εφαρμοσιμότητα του εκπαιδευτικού υλικού. Μέσω θεματικής ανάλυσης αναδείχθηκαν τα θετικά στοιχεία του υλικού, οι προκλήσεις και οι προτάσεις για βελτίωση.

Λέξεις Κλειδιά

Νανοτεχνολογία, νανοεπιστήμη, ηλεκτρονικό παιχνίδι, επαυξημένη πραγματικότητα, φαινόμενο της σαύρας Γκέκο, διερευνητική διδασκαλία, πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Abstract

This thesis explores the introduction of Gecko Effect in primary school. Educational materials enhanced with augmented reality elements were developed, following an inquiry-based learning method. Moreover, a digital game titled "Fernando the Forgetful Lizard" was created. The purpose of the game was to stimulate students' interest and encourage them engage in the learning process. The educational materials were evaluated by four teachers with knowledge and experience in Nanotechnology education. The teachers completed a questionnaire regarding the applicability of the educational material. Through thematic analysis, positive aspects of the material, challenges, and suggestions for improvement were identified.

Keywords: Nanotechnology, electronic games inside learning, augmented reality, Gecko, lizard, Gecko's phenomenon, Nanotechnology in primary school, teamwork teaching, exploration teaching.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τι είναι η Νάνο-επιστήμη & Νάνο-τεχνολογία (N-ET)

Αρχικά, για την καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου της εργασίας αυτής, χρειάζεται να οριστεί η N-ET. Αυτό δεν είναι ένα εύκολο εγχείρημα, καθώς είναι ένας νέος τομέας και η επιστημονική κοινότητα δεν έχει καταλήξει σε έναν κοινά αποδεκτό ορισμό. Ο Πέικος (2022) στη διατριβή του (σελ. 11) συγκέντρωσε διάφορους ορισμούς και διατύπωσε τον εξής, βασισμένος στα κοινά τους στοιχεία: «Συνεπώς, αναδεικνύεται ότι το ερευνητικό ενδιαφέρον της N-ET επικεντρώνεται στις δομές των οποίων το μέγεθος εκτείνεται μέσα στα όρια της νανοκλίμακας (1-100nm περίπου). Επιπλέον, υπογραμμίζεται ότι η N-ET επιδιώκει τον χειρισμό των δομών της νανοκλίμακας και την εκμετάλλευση των καινοτόμων ιδιοτήτων και φαινομένων που συμβαίνουν στη νανοκλίμακα, ώστε να δημιουργηθούν καινοτόμες εφαρμογές».

Η N-ET εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς (Μάνου, 2020). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της N-ET είναι οι ιδιότητες του χρυσού στον νανόκοσμο. Ο χρυσός, όπως τον γνωρίζουμε, είναι καλός αγωγός ηλεκτρισμού και έχει το λαμπερό κίτρινο χρώμα. Ωστόσο, όταν μειωθεί στη νανοκλίμακα, χάνει τις ιδιότητες που γνωρίζουμε και αποκτά νέες. Αυτές οι ιδιότητες περιλαμβάνουν την αλλαγή του χρώματός του, το οποίο δεν είναι πλέον λαμπερό κίτρινο, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθός του (Μάνου, 2020).

Επιπλέον έχουν δημιουργηθεί νέες τεχνολογίες βασισμένες στη N-ET για την ιατρική, τις επικοινωνίες, την ποιότητα του νερού, στις καλλυντικές κρέμες και τον ρουχισμό (Μάνου, 2020).

1.2 Ποια είναι η εκπαιδευτική αξία της N-ET

Η N-ET έχει πλέον γίνει μέρος της καθημερινής ζωής του ανθρώπου, καθώς τα προϊόντα που παράγονται με τη χρήση αυτού του πεδίου αυξάνονται με ραγδαίους ρυθμούς. Λόγω αυτού, έχει κριθεί απαραίτητο να εισαχθεί στον χώρο της εκπαίδευσης. Οι μαθητές χρειάζεται να αναπτύξουν τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό τους, ώστε να είναι ικανοί να παίρνουν αποφάσεις σχετικά με επιστημονικά θέματα. Επιπλέον όπως αναφέρει ο Αλεξίου «Σε έρευνα υποστηρίζεται, ότι ο διεπιστημονικός χαρακτήρας της N-ET έχει ιδιαίτερη εκπαιδευτική αξία, καθώς ενώνει την

καθημερινότητα με τις Φυσικές επιστήμες προωθώντας έτσι μια θετική στάση των μαθητών απέναντι στις Φυσικές επιστήμες» (Αλεξίου 2019, σελ. 23)

Σύμφωνα με την έρευνα που διεξήχθη από τους Spyrtou, Manou, Peikos και Zachou (2019), αναφέρεται ότι τα εκπαιδευτικά υλικά που ανέπτυξαν για τη N-ET έχουν χαρακτηριστικά που μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης. Επιπλέον, η επαφή με το θέμα της N-ET θα ανοίξει νέες προοπτικές για τις επαγγελματικές επιλογές των μαθητών (Manou et al., 2018).

1.3 Ποιες είναι οι μεγάλες ιδέες της N-ET στην Πρωτοβάθμια

Εκπαίδευση

Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, προτείνονται πέντε βασικές ιδέες: Μέγεθος των αντικειμένων, Όργανα παρατήρησης, Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, Εφαρμογές της N-ET, και Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία: Εφαρμογές της N-ET (Peikos et al., 2022).

Η μεγάλη ιδέα για το "Μέγεθος και Κλίμακα" και τα "Όργανα Παρατήρησης", όπως και οι υπόλοιπες μεγάλες ιδέες που θα αξιοποιηθούν στην παρούσα εργασία, χρειάζεται να μετασχηματιστούν κατάλληλα για τη διδασκαλία των μαθητών της ΣΤ΄ τάξης. Το "Μέγεθος και Κλίμακα" αποτελείται από δύο μέρη: την ποιοτική και την ποσοτική πλευρά. Το μέγεθος είναι η ποιοτική, ενώ η κλίμακα είναι η ποσοτική πλευρά της ιδέας. Συνιστάται η διδασκαλία να ξεκινάει από την ποιοτική και να συνεχίζεται στην ποσοτική. Στο κομμάτι της ποιοτικής (μέγεθος) περιλαμβάνονται οι ικανότητες των μαθητών να ταξινομούν τα αντικείμενα στους κόσμους με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, ενώ για την ποσοτική (κλίμακα) οι μαθητές καλούνται να έρθουν σε επαφή με ποσοτικούς αναλογικούς συλλογισμούς και μαθηματικούς συλλογισμούς που εμπεριέχουν το πραγματικό μέγεθος των αντικειμένων (Peikos, 2022).

Τα "Εργαλεία και Όργανα Παρατήρησης" ως μεγάλη ιδέα λαμβάνουν μια ποιοτική προσέγγιση με τη χρήση των οργάνων παρατήρησης. Συγκεκριμένα, οι μαθητές επικεντρώνονται στη δυνατότητα των οργάνων που, με τη χρήση τους, ο άνθρωπος αποκτά πρόσβαση σε νέους κόσμους με βάση το μέγεθός τους. Ακόμα, δεν δίνονται μόνο τα πλεονεκτήματα των εργαλείων αυτών, αλλά και τα όριά τους. Οι μαθητές, μέσω αυτής της μεγάλης ιδέας, θα κατανοήσουν πως ο κάθε κόσμος χαρακτηρίζεται από τα όργανα που χρησιμοποιούμε για να τον αντικρίσουμε. Τέλος, φαίνεται πως το

"Μέγεθος και Κλίμακα" συναναστρέφεται με τη μεγάλη ιδέα των "Εργαλείων και Οργάνων" (Peikos, 2022).

Η ιδέα "Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία" θα αξιοποιηθεί σε έναν βαθμό μέσα στην εργασία. Αυτό το κομμάτι είναι στενά δεμένο με τη ζωή των μαθητών, καθώς στην καθημερινότητά τους έρχονται σε επαφή με αυτό. Μέσα από αυτή την ιδέα, οι μαθητές θα μπορέσουν να κατανοήσουν τα οφέλη και τους κινδύνους που μπορεί να φέρει η νέα αυτή τεχνολογία (Peikos, 2022).

Η τελευταία ιδέα που αξιοποιείται στην παρούσα εργασία είναι τα μοντέλα εστιάζοντας στη χρήση μοντέλων για την αναπαράσταση των μη ορατών παραγόντων που λαμβάνουν μέρος στο φαινόμενο της σαύρας γκέκο (Πέικος 2022).

1.4 Εκπαιδευτική αξιοποίηση του φαινομένου της σαύρας Γκέκο στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Μια σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2015 απευθυνόταν σε 15 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης, εξετάζοντας την εκπαιδευτική αξιοποίηση της N-ET. Συγκεκριμένα, εστίασε στην προσκόλληση της σαύρας Γκέκο και τη χρήση νανοφίλτρων (Πέικος, Μάνου, Σπύρτου 2015).

Εντοπίζονται δραστηριότητες που προτείνονται για την εκμάθηση του φαινομένου της σαύρας Γκέκο. Με βάση τους Πέικος, Μάνου, Σπύρτου (2015), υπάρχουν προγράμματα με τις εξής ονομασίες: Nanoyou, NanoAventura και Nanodays. Κάθε πρόγραμμα έχει τους δικούς του στόχους και τη δική του ιδέα για την αξιοποίησή του. Πρώτα, το Nanoyou (Nano for Youth) έχει στόχο την εξοικείωση και την ενημέρωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τη N-ET. Επίσης, το NanoAventura επιδιώκει να δημιουργήσει μια αλληλεπιδραστική έκθεση για όλους τους μαθητές ηλικίας 9-12 ετών. Τέλος, το NanoDays έχει ως στόχο να εισάγει τους νέους στον κόσμο του νανόκοσμου.

Μια διδακτική υλοποίηση σχετικά με τη N-ET από τους Πέικος, Μάνου, Σπύρτου (2015) περιλαμβάνει δέκα διδακτικές ώρες. Το πρώτο δίωρο είναι η εισαγωγή στη νανοτεχνολογία, στα επόμενα δύο δίωρα γίνεται εκμάθηση της μετάβασης από τον μακρόκοσμο στον νανόκοσμο, το τέταρτο δίωρο αφορά τον νανόκοσμο στη φύση και στην τεχνολογία, και το τελευταίο δίωρο ασχολείται με την αλλαγή ιδιοτήτων και το φιλτράρισμα του νερού. Το τελευταίο δίωρο μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε

γνωστικό αντικείμενο επιθυμεί ο δάσκαλος, στην περίπτωση αυτής της πτυχιακής για την προσκόλληση της σαύρας Γκέκο.

Ενδεικτικές δραστηριότητες για την υλοποίηση των διδακτικών ωρών που αναφέρθηκαν είναι η εξερεύνηση του σχολικού χώρου από τους μαθητές με τη χρήση μεγεθυντικού φακού και συζήτηση όσων ανακάλυψαν που δεν έβλεπαν με γυμνό μάτι αλλά με μεγεθυντικό φακό μπόρεσαν να αντικρίσουν. Στο δεύτερο και τρίτο δίωρο να δημιουργήσουν μοντέλα από αντικείμενα που βρίσκονται στον μακρόκοσμο, μικρόκοσμο και νανόκοσμο. Το τέταρτο δίωρο να παρατηρήσουν ένα βίντεο μιας σαύρας Γκέκο και να κάνουν υποθέσεις σχετικά με την προσκόλλησή της. Στο πέμπτο δίωρο έχει να κάνει σχετικά με τον καθαρισμό του νερού.

Ακόμα πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό για την κατανόηση του φαινομένου της σαύρας Γκέκο υπάρχει στην μεταπτυχιακή εργασία της Σακελλάρη Κ. (2019). Συγκεκριμένα διεξήγαγε μια έρευνα με 17 συναντήσεις που από αυτές θα γίνει η ανάλυση των συναντήσεων 7. Στην 7^η συνάντηση γίνεται η χρήση ενός υλικού με όνομα «geckopad». Οι μαθητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν έναν εννοιολογικό χάρτη για το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο και στη συνέχεια να τους παρουσιάσουν τον χάρτη. Στην συνέχεια δημιούργησαν κατασκευές με τη χρήση του υλικού «geckopad» που μιμείται την προσκόλληση της σαύρας. Επιπλέον οι μαθητές είχαν λάβει οδηγίες για τη χρήση του προγράμματος Scratch και στην πορεία να δημιουργήσουν μια σαύρα Γκέκο που ήταν ρομπότ. Τη σαύρα αυτήν θα την αξιοποιούσαν σε ένα επιτραπέζιο παιχνίδι που οι μαθητές επίσης θα έφτιαχναν. (Σακελλάρη Κ. 2019)

Ακόμα σε μια ακόμη εργασία (Πέττα Ηλέκτρας-Διονυσίας 2022) προτείνονται διδακτικές δραστηριότητες για τη σαύρα Γκέκο και το φαινόμενο του λωτού. Το διδακτικό υλικό που δημιούργησε σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε σε εννιά διδακτικές ώρες. Η αρχική της δραστηριότητας ήταν η ένταξη της NE-T με τη χρήση ενός επίκαιρου θέματος όπως την πανδημία. Με βάση αυτό το επίκαιρο θέμα προχώρησε στην προσπάθεια αξιοποίησης εικόνων για την εξοικείωση των μαθητών με τον ιο που υπήρχε καθώς και ερωτήματα όπως «πώς μπορούμε να τον μετρήσουμε;», «με βάση τι μπορούμε να το συγκρίνουμε;». Ακόμα έγινε προβολή ενός βίντεο όπου συζητήθηκε πάνω σε αυτό για το νανόμετρο. Υπάρχουν διάφορες ακόμα δραστηριότητες για την ένταξη της NE-T στην εργασία της.

Προχωρώντας στην εφαρμογή του φαινομένου της σαύρας Γκέκο άρχισε την εισαγωγή του φαινομένου με τη χρήση διαλόγου με τους μαθητές για να φέρουν τη συζήτηση και τους μαθητές να αναφερθούν στη σαύρα Γκέκο από μόνη τους καθώς και να κάνουν από μόνη τους την ερώτηση πως προσκολλάτε στους τοίχους. Εφόσον έγινε η ερώτηση οι μαθητές δοκίμασαν κάποιες από τις ιδέες τους και συζήτησαν έως που κατέληξαν σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Έπειτα οι μαθητές κλήθηκαν να διαβάσουν άρθρα που δόθηκαν σε ένα φύλλο εργασίας και έπρεπε να στείλουν ένα word που απαντούσε στις ερωτήσεις που υπήρχαν μέσα στο φύλλο εργασίας. Οι εργασίες και η εκμάθηση του υπόλοιπου κομματιού της σαύρας Γκέκο έγινε με παρόμοιο τρόπο στη συνέχεια, δηλαδή με χρήση φύλλων εργασίας με πολλές ερωτήσεις που οι μαθητές έπρεπε να απαντήσουν καθώς λάμβαναν πληροφορίες από παρακολούθηση βίντεο ή διαβάσματος περισσότερων άρθρων.

Ακόμα εντοπίζονται δραστηριότητες ακόμα και για το νηπιαγωγείο σε σχέση με την NE-T καθώς μια έρευνα των Lefkos και Manoloudi (2023) προσπάθησαν να βάλουν τους μαθητές του νηπιαγωγείου στην ιδέα της N-ET με τη χρήση οπτικο-ακουστικού περιεχομένου καθώς είναι πιο εύκολο για τους μαθητές να το καταλάβουν. Η έρευνα χρησιμοποίησε έναν δικτυακό χώρο με όνομα Go Lab (Golabz.eu) που βοηθάει τους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν ένα διδακτικό σενάριο με εύκολο και φιλικό τρόπο προς τους δασκάλους και τους μαθητές. Η έρευνα διεξάχθηκε με 20 μαθητές σε ένα επαρχιακό δημόσιο σχολείο στην Ελλάδα.

Το διδακτικό σενάριο της έρευνας είχε μαθητοκεντρική προσέγγιση όπου οι μαθητές ελέγχαν διάφορα αντικείμενα με διαφορετικά εργαλεία όπως ο μεγεθυντικός φακός ή το ηλεκτρικό μικροσκόπιο. Ακόμα οι μαθητές για να δώσουν τις απαντήσεις τους ζωγράφιζαν όσα πίστευαν. Η έρευνα αυτή δεν αναγράφει αναλυτικά το διδακτικό σενάριο καθώς αφιερώνει την προσοχή της στα αποτελέσματα όπου βγάλαν μέσα από αυτήν.

1.5 Αντιλήψεις μαθητών/τριών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη σαύρα Γκέκο

Η δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού θα βασιστεί πάνω στις ήδη υπάρχουσες εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου της σαύρας Γκέκο. Λόγω αυτού έγινε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις

εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές για το φαινόμενο αυτό. Μέσα από την ανασκόπηση εντοπίστηκαν λίγες έρευνες για το θέμα αυτό.

Μελετήθηκαν τέσσερις έρευνες. Η πρώτη είναι των Σακελλάρη και Μάνου (2017) με ένα μικρό δείγμα μαθητών (12). Η έρευνα είχε ως αποτέλεσμα να αναδειχτεί πως η πλειοψηφία των μαθητών αποδίδουν το φαινόμενο αυτό σε βεντούζες. Η δεύτερη έρευνα Αλεξίου, Πέικος και Μάνου (2017) διεξήχθη με λίγο μεγαλύτερο δείγμα μαθητών (26) που βρισκότουσαν στην ΣΤ΄ τάξη. Οι μαθητές παρακολούθησαν ένα βίντεο της σαύρας Γκέκο να σκαρφαλώνει σε έναν τοίχο και έπειτα ρωτήθηκαν πώς νομίζουν ότι η σαύρα καταφέρνει να σκαρφαλώσει. Οι μαθητές όπως στην προηγούμενη έρευνα στην πλειοψηφία αποδίδουν το φαινόμενο στην ύπαρξη βεντουζών, όμως οι μαθητές είχαν κι' άλλη ιδέα όπως την ύπαρξη νυχιών στην πατούσα.

Η επόμενη έρευνα που γίνεται αναφορά είναι από τον Τόκα (2017) στην οποία συμμετέχουν 104 μαθητές που βρισκότουσαν είτε στην Ε΄ τάξη είτε στην ΣΤ΄.

Οι μαθητές που συμμετείχαν είχαν απαντήσει ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου, ενώ τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια. Αναδείχτηκε πως η πλειοψηφία απέδωσε την προσκόλληση σε ύπαρξη νυχιών στα δάχτυλα της σαύρας, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές το απόδωσαν στην ύπαρξη βεντουζών. Επομένως αναδεικνύεται πως πιο συνήθεις εναλλακτικές ιδέες από τους μαθητές για την προσκόλληση της σαύρας Γκέκο είναι βεντούζες και νύχια.

Τέλος έρευνα που διεξήχθη σε μαθητές λυκείου αναδεικνύει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Συγκεκριμένα φάνηκε πως οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών περιλαμβάνουν: ύπαρξη βεντουζών, κολλώδη/κολλητική ουσία που έχουν τα πόδια της σαύρας, τριβή, τρόπος κατασκευής του δέρματός αλλά και της επιφάνειας στην οποία στέκονται. Η έρευνα είχε διεξαχθεί με 22 άτομα που βρισκότουσαν στην Α΄ Λυκείου (Πέττα 2022). Στον Πίνακα 1 αναγράφονται όλες η έρευνες όπου προ αναφερθήκαν μαζί με τις εναλλακτικές ιδέες που αναδείχθηκαν σχετικά με το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο.

Πίνακας 1 Εναλλακτικές ιδέες μαθητών για το φαινόμενο της σαύρας γκέκο

Βιβλιογραφία	Εναλλακτικές ιδέες που διατυπώθηκαν
Σακελλάρη και Μάνου (2017)	Βεντούζες
Αλεξίου, Πέικος και Μάνου (2017)	Βεντούζες και ύπαρξη νυχιών
Τόκα (2017)	Βεντούζες και ύπαρξη νυχιών
Πέττα (2022).	Βεντούζες, Κολλώδες ουσία, Τριβή, Λόγο του δέρματος τους και την επιφάνεια

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1 οι ερευνητές καταλήγουν ότι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την εξήγηση του φαινομένου της σαύρας περιλαμβάνουν αναφορές σε: βεντούζες, νύχια. και κόλλα κάτω από το πόδι της σαύρας Γκέκο.

1.6 Αξιοποίηση της Επαυξημένης πραγματικότητας στις Φυσικές Επιστήμες

Αρχικά για να μπορέσει να γίνει κατανοητή η αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας πρέπει να είναι εφικτή η απάντηση της ερώτησης «Τι ορίζεται ως Επαυξημένη Πραγματικότητα;». Η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι ένα αναδυόμενο πεδίο που κάνει χρήση του κινητού τηλεφώνου για τη προβολή ενός μοντέλου, κειμένου, ήχου και άλλων με βάση την εικόνα που καταγράφει η κάμερα. Η χρήση αυτού γίνεται μέσω προγραμμάτων που είναι διαθέσιμα σε τα κινητά ή. Μερικά παραδείγματα εφαρμογών που μπορούν να κάνουν χρήση αυτού του νέου πεδίου μάθησης είναι το ARTutor, Blippar, GoogleAR και άλλα.

Με βάση τους Diegmann, κ.ά. (2015) ανακάλυψαν πως οι μαθητές αναπτύσσαν περισσότερα κίνητρα για να μάθουν κάτι νέο. Συγκεκριμένα έδειχναν μεγαλύτερο ενδιαφέρον διότι ήθελαν να έρθουν σε επαφή με τη νέα τεχνολογία. Στη συνέχεια αναφέρονται πως οι μαθητές είχαν μεγαλύτερη προσοχή στην μάθηση του νέου αντικειμένου. Γενικά οι έρευνες έδειχναν πως οι μαθητές νιώθουν ενδιαφέρον προς τη νέα τεχνολογία και το νέο τρόπο μάθησης, όπως και οι δάσκαλοι αναφέραν πως οι μαθητές με τη χρήση τηλεφώνου είχαν μεγαλύτερη προώθηση σχετικά με το μάθημα. Οι μαθητές επίσης απέκτησαν μεγαλύτερη ικανοποίηση που σημαίνει πως η

διδασκαλία του αντικειμένου ήταν πιο ευχάριστη από την παραδοσιακή διδασκαλία. Στους μαθητές είναι πιο ευχάριστο να έχουν ένα παζλ που πρέπει να λύσουν και να τρέχουν σε μια βιβλιοθήκη ή αίθουσα για να βρουν τα ενδεχομένως κρυμμένα μέρη που πρέπει να σκανάρουν για να βρουν την απάντηση στο ερώτημά τους.

Στο κομμάτι της διδασκαλίας η Επαυξημένη Πραγματικότητα αυξάνει την μαθητοκεντρική διδασκαλία. Με βάση τριών ερευνών που αναφέρονται στο άρθρο των Diegmann et al. (2015) φαίνεται πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα παρόλα τα διαφορετικά περιβάλλοντα μάθησης ενίσχυσε την μαθητοκεντρική διδασκαλία. Επίσης η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να αναπτύσσει την ικανότητα των μαθητών να εξερευνούν και να καταλήγουν σε νέες γνώσεις καθώς επίσης να λύνουν προβλήματα με μεγαλύτερη ανεξαρτησία

Επιπλέον έρευνες έχουν δείξει πως ενισχύει τη συνεργατική μάθηση μέσω της ενίσχυσης των νέων τρόπων που βρίσκουν οι μαθητές για να επικοινωνήσουν μεταξύ τους καθώς και να συνεργαστούν (Diegmann et al.2015).

Η Επαυξημένη πραγματικότητα βοηθάει στην κατανόηση περισσότερων λεπτομερειών που έχει το κάθε αντικείμενο που έχει επιλεγεί για να διδαχτεί. Επίσης βοηθάει στην εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες που μπορούν να έχουν στα χέρια τους οι μαθητές για την εξερεύνηση του θέματος (Diegmann et al.2015). Τέλος η Επαυξημένη πραγματικότητα δίνει δυνατότητες όπως να προσέχουν περισσότερο το συγκεκριμένο που εμφανίζεται στην εφαρμογή και να κρίνουν αν έχει να κάνει με το θεματικό άξονα του μαθήματος. Αυτό είναι πάρα πολύ σημαντικό καθώς η διάδραση με το θέμα μπορεί να καθοριστεί και ως ο παράγοντας για να γίνει η συνέχιση του θέματος.

Η καμπύλη της μάθησης ενός μαθητή είναι αυξημένη σε σχέση με ενός μαθητή που διδάσκεται με τον παραδοσιακό τρόπο. Αυτή η καμπύλη μάθησης αφορά πόσο γρήγορα και εύκολα μπορεί να μάθει ένας μαθητής τη θεματική ενότητα. Καθώς επίσης αυξάνεται η δημιουργικότητα των μαθητών (Diegmann et al.2015).

Οι μαθητές μέσω των μαθημάτων που θα έχουν με τη χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας θα αναπτύξουν τις χωρικές ικανότητές τους Επίσης συμβάλλει στην Μνήμη όπως δείχνουν κι άλλες έρευνες που έχουν διεξαχθεί στο χώρο της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Συγκεκριμένα ο Hou αναφέρει πως οι μαθητές που διδάχθηκαν με την Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορούσαν να θυμηθούν ή να

συλλέξουν τα στοιχεία πιο εύκολα σε σχέση με έναν μαθητή που είχε εκπαιδευτεί με τον κλασικό διδακτικό τρόπο.

Επιπλέον το κόστος χρήσης της Επαυξημένης Πραγματικότητας φαίνεται πως είναι μικρότερο σε βάθος χρόνου. Συγκεκριμένα οι Chen και Tsai (2012) δίνουν μεγάλη έμφαση στο μικρό κόστος που θα έχει σε σχέση με τους δασκάλους που θα χρειάζονται στο μέλλον καθώς και το καλό κόστος που θα χρειάζεται για να γίνει έναρξη καινούριας συνδρομής με την καινούρια σχολική χρονιά για τα μαθήματα που θα χρειάζονται.

Τέλος είναι σημαντικό να φανεί η οπτική των δασκάλων για τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Σε έρευνα που συμμετείχαν 69 φοιτητές/τριες παιδαγωγικού φάηκε στα αποτελέσματα πως είχαν μια θετική στάση για την Επαυξημένη Πραγματικότητα. Συγκεκριμένα αναδείχτηκε πως η πλειοψηφία θα χρησιμοποιούσε την Επαυξημένη Πραγματικότητα στους μελλοντικούς τους μαθητές. Σε μεγαλύτερη εμβάθυνση οι φοιτητές πιστεύουν πως οι μαθητές θα ήταν ευχαριστημένοι με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας καθώς θα τους ήταν πιο ευχάριστο το μάθημα. Ακόμα τα αποτελέσματα δείχνουν πως πιστεύουν πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα θα έδινε μεγαλύτερο κίνητρο στους μαθητές για μάθηση. Με βάση την ευκολία της χρήσης των εφαρμογών της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε σχέση με τον ίδιο τον δάσκαλο οι εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικοί έχουν αναφέρει πως τους ήταν εύκολο ή πολύ εύκολο. Ως αναγνώστες είχαν αναφέρει επίσης πως ήταν εύκολο ή πολύ εύκολο (Peikos και Sofianidis 2024).

1.7 Σύνοψη

Από την βιβλιογραφική επισκόπηση αναδείχθηκε:

- Η εισαγωγή της N-ET στο δημοτικό σχολείο
- Οι εναλλακτικές ιδέες μαθητών για το φαινόμενο της σαύρας γκέκο
- Η χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας για στη διδασκαλία

2. Μεθοδολογία

2.1 Στόχος της έρευνας

Ο στόχος της πτυχιακής αυτής εργασίας ήταν η ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας και η αξιολόγηση του από ενεργούς εκπαιδευτικούς με γνώσεις στη N-ET. Προτεινόμενη ηλικιακή ομάδα για την εφαρμογή του υλικού είναι ΣΤ δημοτικού.

Για την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών αναπτύχθηκε ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι(https://drive.google.com/drive/folders/1fDqjxfbo_k97wvm7WIOkVRHoFPcUZm0D?usp=drive_link) Για τη δημιουργία του παιχνιδιού έχουν αξιοποιηθεί τα προγράμματα της Unity όπου είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού. Στην συνέχεια έγινε χρήση του Photoshop όπου έγιναν μέσω αυτού τα γραφικά του ηλεκτρονικού παιχνιδιού. Έπειτα χρησιμοποιήθηκαν ήχοι όπου έχουν ελεύθερη πρόσβαση για το ευρύ κοινό. Το παιχνίδι θέτει ερωτήματα στους μαθητές τα οποία για να απαντήσουν πρέπει να συλλέξουν πληροφορίες. Για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν φύλλα εργασίας και τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα σε περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας.

2.2 Περιγραφή του εκπαιδευτικού υλικού

Το διδακτικό σενάριο έχει υπολογιστεί να εκτελεστεί σε τέσσερις διδακτικές ώρες στην τάξη της ΣΤ΄ Δημοτικού. Οι διδασκαλίες χωρίζεται σε τρεις ενότητες όπου η 1η ενότητα θα διαρκέσει δύο ώρες ενώ η 2η και 3η θα διαρκέσουν από μία ώρα. Στον Πίνακα 2 αναγράφονται τα περιεχόμενα των ενοτήτων σε τίτλους καθώς και οι μεγάλες ιδέες όπου θα εφαρμόζονται με τη συγκεκριμένη ενότητα.

Πίνακας 2 Προτεινόμενες διδακτικές ενότητες

Ενότητα	Τίτλος	Περιεχόμενο
1 ^η	Μακρόκοσμος: Γνωρίζοντας το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο	«Μέγεθος», «Όργανα Παρατήρησης»
2 ^η	Μικρόκοσμος: Γνωρίζοντας τον τρόπο προσκόλλησης της σαύρας Γκέκο	«Μέγεθος», «Όργανα Παρατήρησης», «Μοντέλα»
3 ^η	Νανόκοσμος: Η εξήγηση του πως προσκολλάται η σαύρα Γκέκο	«Μέγεθος», «Όργανα Παρατήρησης», «Μοντέλα»

Το ηλεκτρονικό παιχνίδι έχει τον ρόλο της δημιουργίας κινήτρου προς τον μαθητή για τη νέα γνώση. Η ιστορία που έχει δημιουργηθεί είναι πως η σαύρα Γκέκο με όνομα Φερνάντο έχει σκαρφαλώσει κάπου ψηλά αλλά έπεσε. Πέφτοντας ο Φερνάντο χτύπησε με δύναμη το κεφάλι του με αποτέλεσμα να ξεχάσει πως μπορεί και προσκολλάται πάνω στις διάφορες επιφάνειες.

Ο μαθητής μέσα στο παιχνίδι βοηθάει να βρει ξανά την μνήμη του ο Φερνάντο με τη συλλογή των «κομματιών μνήμης» όπου είναι μέσα στο παιχνίδι ως ερωτήσεις στο τέλος του επιπέδου στο οποίο παίζει ο μαθητής. Μέσα στο παιχνίδι ο μαθητής πρέπει να προσπερνάει τα εμπόδια τα οποία έχουν βρεθεί μπροστά στον Φερνάντο για να καταφέρει να μαζέψει όλα τα κομμάτια.

1η ενότητα: Οι στόχοι της 1ης ενότητας είναι α) οι μαθητές να αναγνωρίσουν την ιδιότητα της σαύρας Γκέκο να προσκολλάται σε διάφορες επιφάνειες β) οι μαθητές να είναι ικανοί να ονομάσουν βιολογικά χαρακτηριστικά της σαύρας Γκέκο, γ) οι μαθητές να αναγνωρίσουν το μάτι του ανθρώπου ως όργανο παρατήρησης του μακρόκοσμου.

Την πρώτη ώρα οι μαθητές θα διερευνήσουν με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας την ιδιότητα της σαύρας Γκέκο να προσκολλάται σε διάφορες επιφάνειες. Στην Εικόνα 1 φαίνεται το περιβάλλον ΕΠ που χρησιμοποιούν οι μαθητές για τη συλλογή πληροφοριών για τις επιφάνειες στις οποίες προσκολλάται η σαύρα γκέκο



Εικόνα 1 Περιβάλλον Επαυξημένης Πραγματικότητας για να διερευνήσουν οι μαθητές σε ποιες επιφάνειες προσκολλάται η σαύρα Γκέκο

Κατά τη διάρκεια της διερεύνησης οι μαθητές θα καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις του φύλλου εργασίας (Εικόνα 2)

1. Να παρακολουθήσετε το βίντεο της σαύρας Γκέκο από το πρώτο QR της επαυξημένης πραγματικότητας. Να συζητήσετε με την ομάδα σας και να σημειώστε τι περίεργο παρατηρήσατε.

2. Σε ποιες από τις παρακάτω επιφάνειες περπατάει το σαμιαμίδι; Να συλλέξετε πληροφορίες με την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας από το 2^ο QR. Σημείωσε στο αντίστοιχο κουτάκι.

Αντικείμενα	Βάλε στα √ αντικείμενα που περπατάει
Ξύλινος τοίχος	
Πέτρινη περίφραξη	
Γυάλινο βάζο	
Ταβάνι από σοβά	
Πλαστική κούνια	
Υφασμάτινη Μπλούζα	
Κλαδιά	
Φύλλωμα	
Μεταλλική Κολώνα	



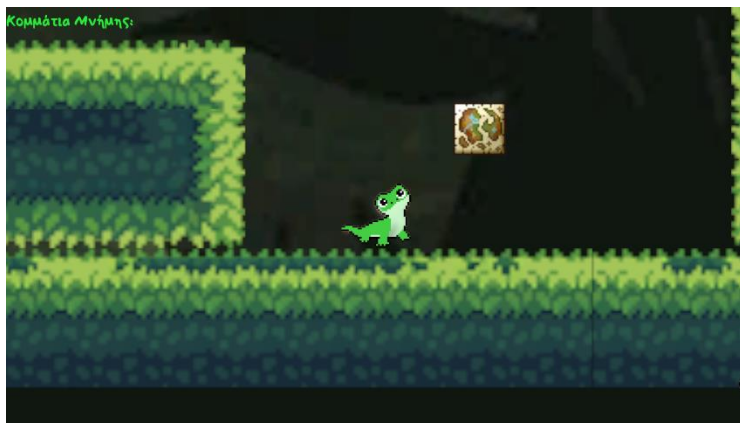
Ποιες επιφάνειες είναι λείες και ποιες τραχιές;

Λείες Επιφάνειες	Τραχιές Επιφάνειες



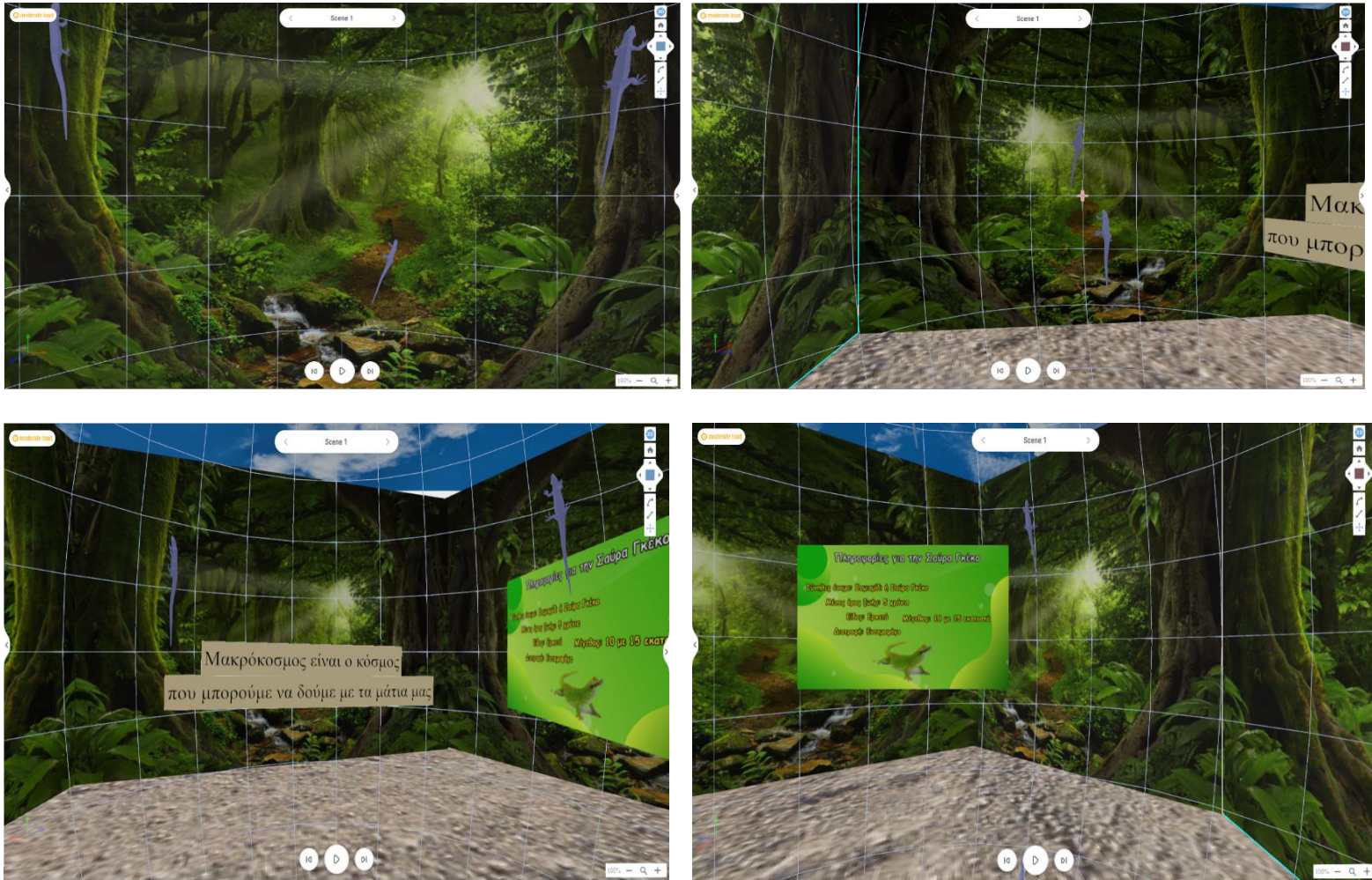
Εικόνα 2 Απόσπασμα από το φύλλο εργασίας της 1^{ης} ενότητας

Τη δεύτερη ώρα της ενότητας ο εκπαιδευτικός θα καλέσει τους μαθητές να μεταβούν στην αίθουσα πληροφορικής για τη χρήση των υπολογιστών. Οι μαθητές θα παίξουν την πρώτη πίστα του ηλεκτρονικού παιχνιδιού όπου έχει δημιουργηθεί ειδικά για τη διδασκαλία αυτή. Το πρώτο επίπεδο είναι ο μακρόκοσμος όπου βρίσκεται ο Φερνάντο μέσα στο δάσος στο οποίο ζει και συνέβη το ατύχημά του. Μέσα στο δάσος οι μαθητές πρέπει να περάσουν αγκάθια και πουλιά που προσπαθούν να φάνε τον Φερνάντο για να περάσουν στην επόμενη πίστα (Εικόνα 3).



Εικόνα 3 Πρώτη Πίστα του ηλεκτρονικού παιχνιδιού με τίτλο Μακρόκοσμος

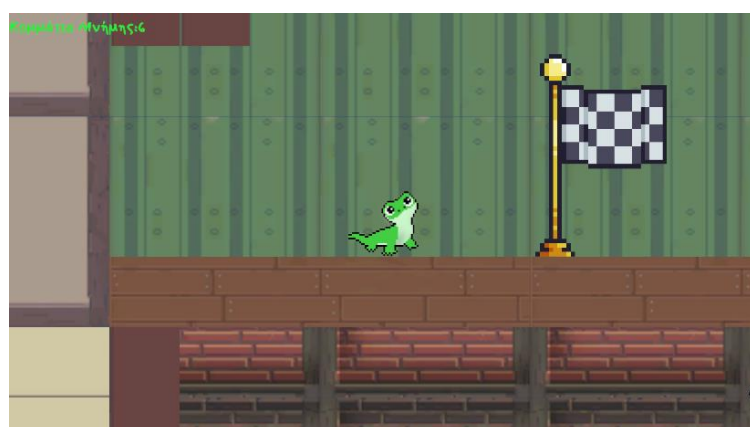
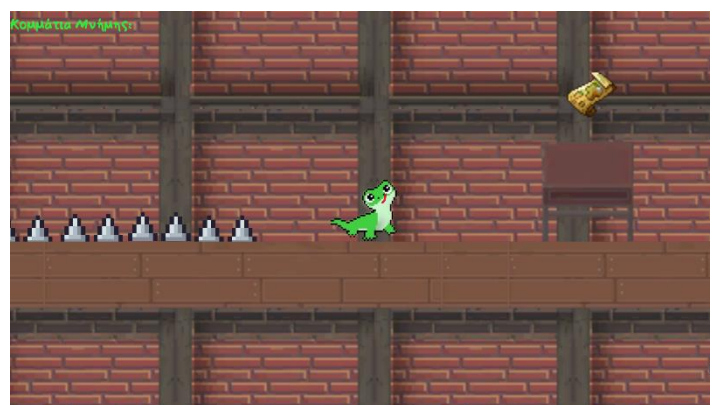
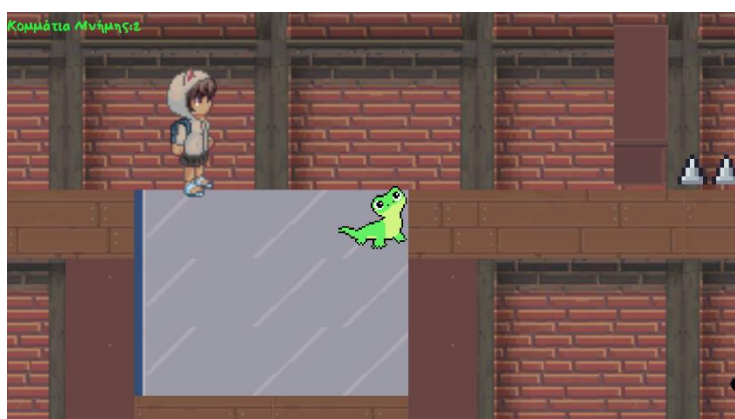
Με την ολοκλήρωση του επιπέδου οι μαθητές θα αξιοποιήσουν ακόμα μια φορά την επαυξημένη πραγματικότητα (Εικόνα 4) για τη διερεύνηση των φυσικών χαρακτηριστικών της σαύρας Γκέκο, ενώ θα κληθούν να απαντήσουν σε ερωτήσεις έπειτα από τη διερεύνηση.



Εικόνα 4 Περιβάλλον Επαυξημένης Πραγματικότητας με βασικές πληροφορίες για τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά της σαύρας Γκέκο

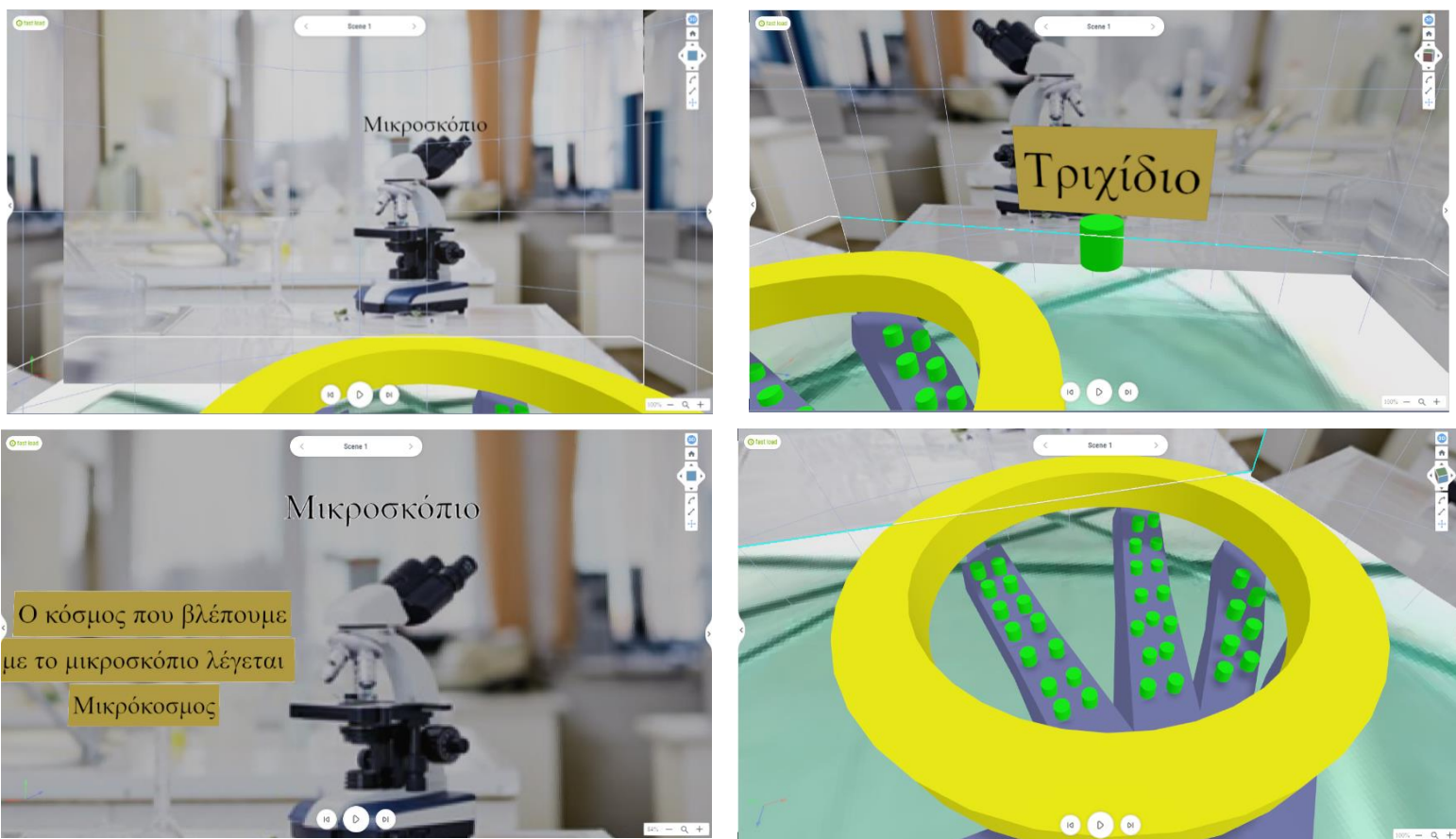
2η ενότητα: Οι στόχοι της 2ης ενότητας είναι α) οι μαθητές να αναγνωρίσουν το οπτικό μικροσκόπιο ως όργανο παρατήρησης του μικρόκοσμου β) να παρατηρήσουν τις μικροδομές του ποδιού της σαύρας Γκέκο.

Στην ενότητα αυτή το μάθημα θα διεξαχθεί στην αίθουσα πληροφορικής του σχολείου με την έναρξη του ειδικά διαμορφωμένου ηλεκτρονικού παιχνιδιού. Η δεύτερη πίστα είναι ο μικρόκοσμος. Ο Φερνάντο βρίσκεται μέσα στο σχολείο και προσπαθεί να εισχωρήσει μέσα στο εργαστήριο για να καταφέρει να δει με το μικροσκόπιο την πατούσα του. Αποφεύγοντας τους μαθητές και τις πινέζες που βρίσκονται στο πάτωμα καταφέρνει να μπει μέσα στο σχολικό εργαστήριο για να δει σε μεγέθυνση την πατούσα του (Εικόνα 5).



Εικόνα 5 Δεύτερη Πίστα του ηλεκτρονικού παιχνιδιού με τίτλο Μικρόκοσμος

Όταν οι μαθητές ολοκληρώσουν την 2η πίστα του ηλεκτρονικού παιχνιδιού θα κληθούν να διερευνήσουν με τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Εικόνα 6) τις δομές του ποδιού της σαύρας Γκέκο στον μικρόκοσμο και το οπτικό μικροσκόπιο. Οι μαθητές θα λάβουν το φύλλο εργασίας 2 όπου θα τους υποστηρίξει στη διερευνητική διαδικασία (Εικόνα 7). Οι μαθητές στο τέλος θα απαντήσουν σε ερωτήσεις αν στοχασμού που βρίσκονται μέσα στο παιχνίδι.



Εικόνα 6 Περιβάλλον Επαυξημένης Πραγματικότητας για εξερεύνηση των μικροδομών

Φύλλο Εργασίας Ομάδας (2)

Όνομα ομάδας: _____

Μέλη: _____

Ημερομηνία: ___/___/___

Τάξη: _____



1. Ο Φερνάντο κατάφερε να βρει τον δρόμο του μέσα στο εργαστήριο του σχολείου! Με ποιο όργανο κατάφερε να παρατηρήσει Φερνάντο τα τριχίδια;

2. Ο Φερνάντο ρωτάει τι είδατε! Να ζωγραφίσετε το πόδι της σαύρας Γκέκο όπως το παρατηρήσατε με το μικροσκόπιο.

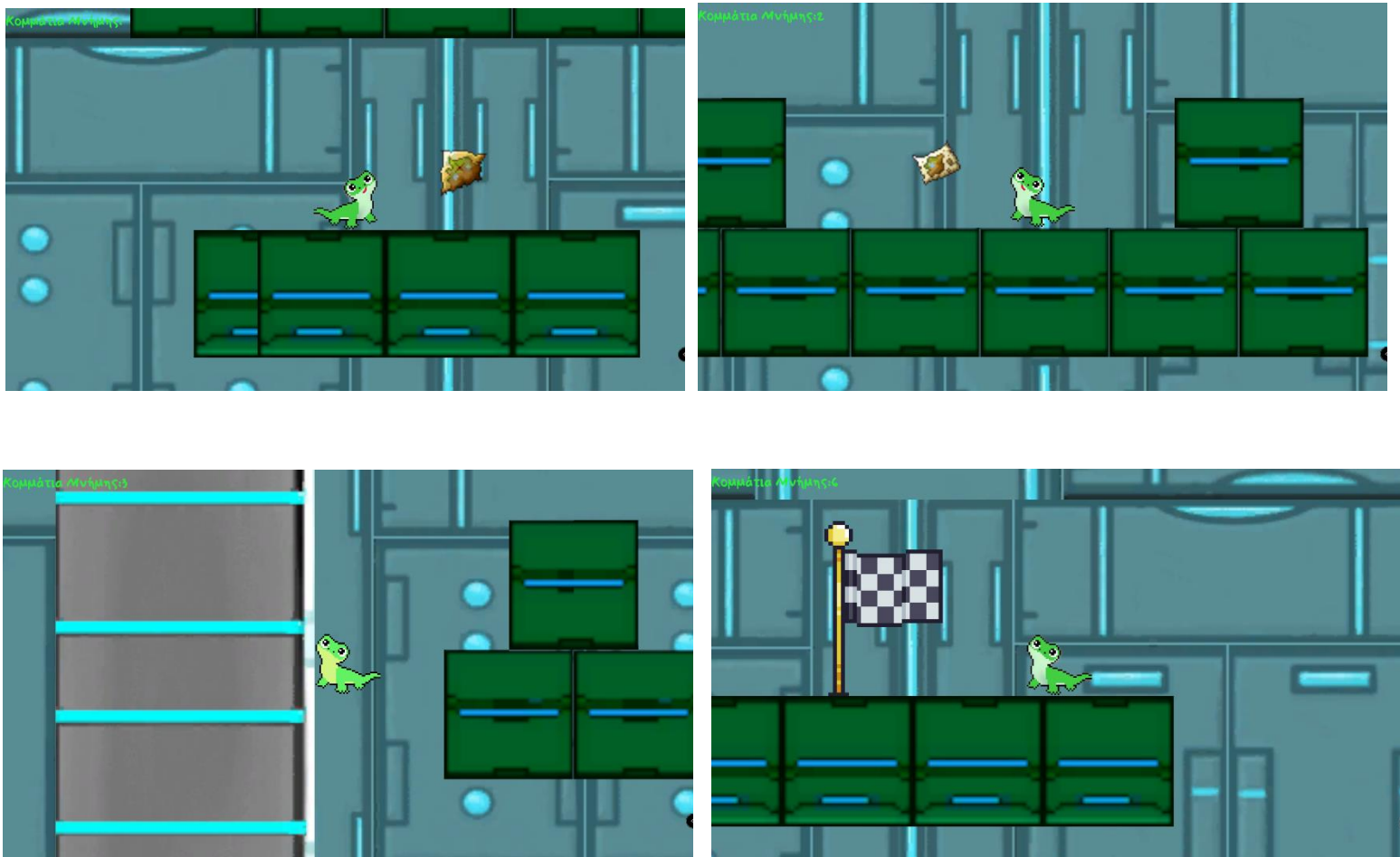


3. Πώς ονομάζεται ο κόσμος που βλέπουμε με το μικροσκόπιο;

Εικόνα 7 Ερωτήσεις Φύλλου Εργασίας 2

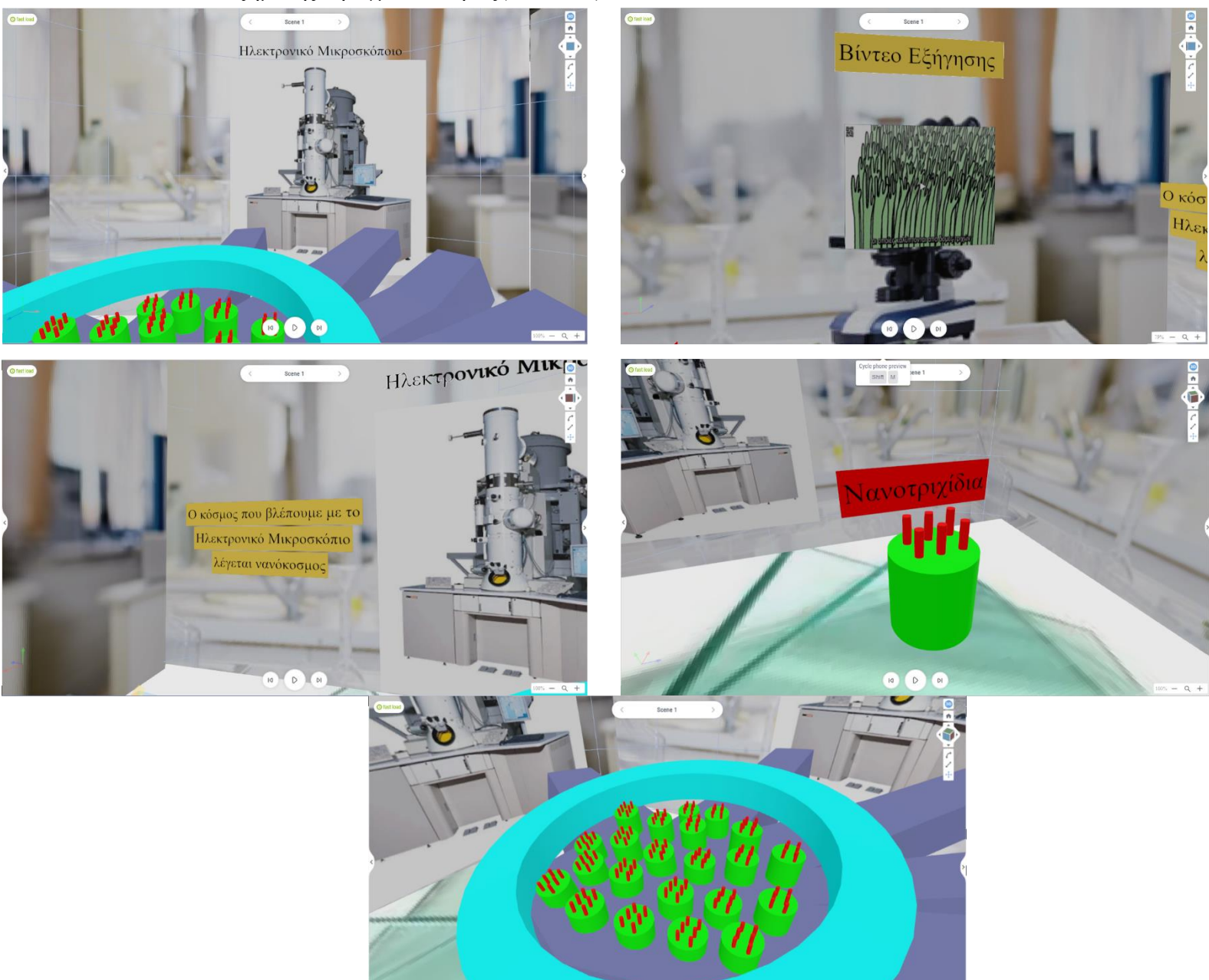
3η ενότητα: Οι στόχοι της 3ης ενότητας είναι α) οι μαθητές να αναγνωρίσουν το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ως όργανο παρατήρησης του νανόκοσμου β) οι μαθητές να περιγράψουν την μορφή του ποδιού της σαύρας Γκέκου γ) οι μαθητές να εξηγούν το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο με αναφορά στις νανοδομές του ποδιού της δ) οι μαθητές να μπορούν να συνδέουν τις κοινές ιδιότητες μεταξύ σαύρας Γκέκο και τον τεχνητών υλικών που μιμούνται το φαινόμενο.

Στην τελευταία ενότητα οι μαθητές θα ακολουθήσουν ένα παρόμοιο μοτίβο με την ενότητα 2. Οι μαθητές στην αίθουσα πληροφορικής θα παίξουν το ηλεκτρονικό παιχνίδι και θα εξερευνήσουν την επαυξημένη πραγματικότητα. Η πίστα ονομάζεται ο νανόκοσμος. Ο Φερνάντο πλέον μπήκε μέσα σε ένα πλήρες εξοπλισμένο εργαστήριο της NASA. Προσπαθεί να φτάσει το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο για να μπορέσει να δει στην μεγαλύτερη μεγέθυνση την πατούσα του για να θυμηθεί πως μπορεί και προσκολλάται (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Τρίτη Πίστα του ηλεκτρονικού παιχνιδιού με τίτλο νανόκοσμος

Το περιβάλλον Επαυξημένης Πραγματικότητας βάζει τον μαθητή σε ένα πλήρες εξοπλισμένο εργαστήριο της NASA. Ο μαθητής εξερευνά το εργαστήριο βρίσκοντας το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε τη δομή της πατούσας της σαύρας Γκέκο στον νανόκοσμο. Ακόμα μέσα από κείμενο ο μαθητής μαθαίνει πως ο κόσμος που βλέπουμε με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο λέγεται νανόκοσμος. Επίσης παρατηρεί μεγεθυμένη την πατούσα της σαύρας Γκέκο αναγνωρίζοντας τα τριχίδια και τα νανοτριχίδια. Τέλος ο μαθητής θα εξηγήσει τρόπο προσκόλλησης της σαύρας Γκέκο μέσα από βίντεο που υπάρχει μέσα στο περιβάλλον Επαυξημένης Πραγματικότητας(Εικόνα 9).



Εικόνα 9 Περιβάλλον Επαυξημένης Πραγματικότητας για εξερεύνηση των νανοτριχιδίων

Το φύλλο εργασίας 3 (Εικόνα 10) βοηθά τους μαθητές στην διερεύνηση του νανόκοσμου. Στο τέλος της διερεύνησης οι μαθητές θα απαντήσουν σε ακόμα ερωτήσεις από το ηλεκτρονικό παιχνίδι.

3. Να παρατηρήσετε την εικόνα του ποδιού της σαύρας γκέκο από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και το οπτικό μικροσκόπιο. Ποιες διαφορές παρατηρείτε;

4. Συζητήστε με την ομάδα σας και στην συνέχεια με την τάξη πως προσκολλάτε ο Φερνάντο στις επιφάνειες;



Εικόνα 10 Απόσπασμα ερωτήσεων Φύλλου Εργασίας 2

2.3 Εργαλείο συλλογής δεδομένων

Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από οχτώ ερωτήσεις. Από αυτές τις οχτώ ερωτήσεις οι δύο ήταν δημογραφικές ενώ οι επόμενες 6 ερωτήσεις ήταν για τη βελτίωση και τη ρεαλιστική προοπτική του πλάνου διδασκαλίας όσο αφορά τη διδασκαλία του σε σχολικές μονάδες. Οι ερωτήσεις που είχε το ερωτηματολόγιο ήταν οι εξής:

1. Θεωρείτε κατάλληλο το ψηφιακό παιχνίδι για την παιγνιώδη εμπλοκή του μαθητικού πληθυσμού με το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας.
2. Θεωρείτε ότι οι μαθητές μπορούν να προσεγγίσουν το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας.
3. Θεωρείτε ότι είναι υλοποιήσιμο το εκπαιδευτικό υλικό με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας.
4. Ποιο/α στοιχεία του εκπαιδευτικού υλικού θεωρείτε πως μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές/τριες να προσεγγίσουν το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας.
5. Το εκπαιδευτικό υλικό που προτείνεται θεωρείται ότι είναι ελκυστικό για τον μαθητικό πληθυσμό; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας.
6. Τι θα αλλάζατε στο εκπαιδευτικό υλικό;

2.4 Συμμετέχοντες και διαδικασία συλλογής δεδομένων

Στην έρευνα συμμετείχαν τέσσερις εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι είχαν εμπειρία και γνώση σχετική με το περιεχόμενο της N-ET, καθώς ήταν κάτοχοι μεταπτυχιακού στη διδακτική των ΦΕ και είχαν εκπονήσει μεταπτυχιακές εργασίες σχετικές με την εκπαίδευση στη N-ET. Για τη συλλογή των δεδομένων δημιουργήθηκε ένα βίντεο (<https://youtu.be/4DIIYSsZcLY>), στο οποίο παρουσιάζεται η χρήση του εκπαιδευτικού υλικού. Το βίντεο που δημιουργήθηκε, συνοδεύόμενο από κείμενο στο οποίο παρουσιαζόταν το εκπαιδευτικό υλικό στάλθηκε με email στους εκπαιδευτικούς οι οποίοι κλήθηκαν να το μελετήσουν και έπειτα να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο

2.5 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθήθηκε η θεματική Terry et al. (2017).

Το πρώτο βήμα της θεματικής ανάλυσης είναι η εξοικείωση του ερευνητή με τα δεδομένα της έρευνας του.

Το δεύτερο βήμα αφιερώνεται στη δημιουργία κωδικών.

Το τρίτο βήμα είναι η διαμόρφωση των θεμάτων.

Το τέταρτο βήμα είναι η σύγκριση μεταξύ των κωδικοποιημένων δεδομένων και των θεμάτων που έχει δημιουργήσει ο ερευνητής. Αυτό το βήμα είναι για τον έλεγχο και την ποιότητα των δεδομένων.

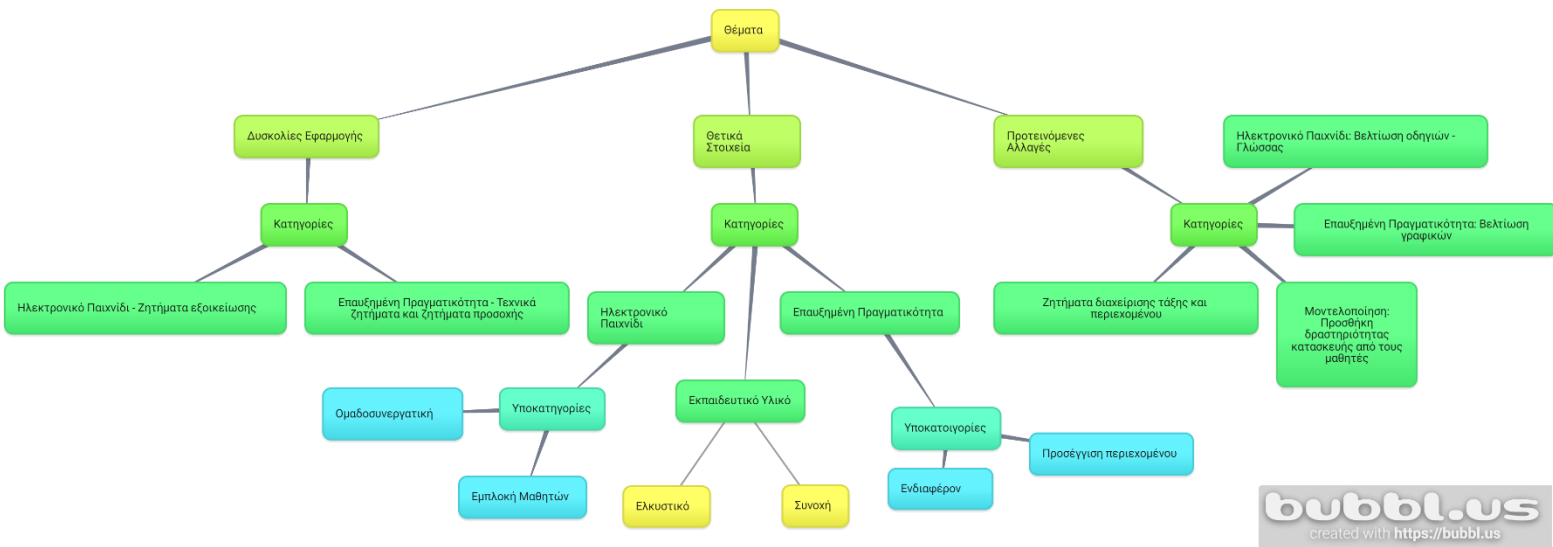
Το πέμπτο στάδιο είναι η τελική δημιουργία των θεμάτων με την ονομασία τους.

Το έκτο στάδιο είναι η δημιουργία της αναφοράς της έρευνας.

3. Αποτελέσματα

Αναδείχθηκαν τρία θέματα. Τα ονόματα των θεμάτων είναι: Θετικά Στοιχεία, Δυσκολίες Εφαρμογής και Προτεινόμενες Αλλαγές. Τα θέματα επιμερίζονται συνολικά σε τρεις κατηγορίες οι οποίες επιμερίζονται σε 6 υποκατηγορίες. Παρακάτω παρουσιάζονται τα θέματα, οι κατηγορίες, οι υποκατηγορίες και παραδείγματα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών (Εικόνα 11).

3.1 Θέμα: Θετικά στοιχεία



Εικόνα 11 Θέματα, κατηγορίες και υποκατηγορίες

Οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν σε θετικά στοιχεία εστιάζοντας στα θετικά στοιχεία του εκπαιδευτικού υλικού, του ηλεκτρονικού παιχνιδιού και της επαυξημένης πραγματικότητας.

Κατηγορία: Εκπαιδευτικό Υλικό

Οι εκπαιδευτικοί με τις απαντήσεις τους μέσα στο ερωτηματολόγιο αναφέρονται στην καταλληλότητα του υλικού ως προς τους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται πως θεωρούν ότι συνολικά το εκπαιδευτικό υλικό που αφορά είναι κατάλληλο για την μάθηση των μαθητών. Θεωρούν ότι το εκπαιδευτικό υλικό χαρίζει μια παιγνιώδη νότα στη διδασκαλία και ταυτόχρονα είναι ένα αρεστό εργαλείο προς τους μαθητές καθώς προωθεί τη διερεύνηση, όπως αναγράψαν:

«Ναι είναι και αυτός ένας κατάλληλος τρόπος εμπλοκής του μαθητή, διότι είναι εξοικειωμένα με αυτόν τον τρόπο ως διασκέδαση. Επομένως είναι περισσότερο

δεκτικός να τον δεχθεί και ως τρόπο μάθησης. Και όταν ένας μαθητής είναι δεκτικός και ανοιχτός, τότε μαθαίνει.»

Τέλος ανέφεραν πως όλο το υλικό έχει συνοχή. Ισχυρίζονται πως αυτή η συνοχή του υλικού θα είναι ένα θετικό στοιχείο για την καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου. Συγκεκριμένα αναφέρθηκε:

«Όλα τα στοιχεία, από το παιχνίδι μέχρι τον τρόπο διατύπωσης των ερωτήσεων και τη δημιουργία των φύλλων εργασίας, φαίνεται να έχουν μια συνοχή. Αυτή η συνοχή μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να προσεγγίσουν το φαινόμενο με ευκολία και κατανόηση.»

Κατηγορία: Επαυξημένη Πραγματικότητα

Σε σχέση με την επαυξημένη πραγματικότητα οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν πως μπορεί και προσφέρει μια άμεση και εντυπωσιακή εμπειρία για τον μαθητή. Καθώς μέσα από αυτό θα του δημιουργήσει περιέργεια και κεντρίζει το ενδιαφέρον για μάθηση. Ακόμα, οι μαθητές μπορούν να αντικρίσουν με λεπτομέρεια την προσκόλληση στην περίπτωση του φαινομένου της σαύρας Γκέκο. Επιπλέον διερευνούν τον νανόκοσμο και συγκεκριμένα τις σπάτουλες/νανοτριχίδια στο πόδι της σαύρας Γκέκο. Τέλος μέσα από αυτό το εργαλείο αναφέρουν πως δίνεται η δυνατότητα για την εμφάνιση επεξηγηματικών βίντεο έναντι της εξήγησης από τον δάσκαλο. Για παράδειγμα δήλωσαν:

«Θεωρώ ότι οι μαθητές μπορούν να προσεγγίσουν το φαινόμενο της σαύρας γκέκο με τη χρήση Ε.Π. όπως μπορούν να προσεγγίσουν και πολλά ακόμη θέματα που άπτονται της μαθησιακής διαδικασίας. Προσφέρει άμεση και εντυπωσιακή ενημέρωση, εντυπωσιάζει τον μαθητή διότι αποκτά καινούριες γνώσεις με ενδιαφέρον και ελκυστικό για τον μαθητή τρόπο».

Κατηγορία: Ηλεκτρονικό Παιχνίδι

Στα θετικά στοιχεία του ηλεκτρονικού παιχνιδιού συγκαταλέγεται πως το παιχνίδι θα αυξήσει την ομαδοσυνεργατικότητα των μαθητών καθώς και τον προβληματισμό τους σε σχέση με το φαινόμενο της σαύρας γκέκο

«Το παιχνίδι ενισχύει τον προβληματισμό τους και αυξάνει τις ομαδοσυνεργατικές δεξιότητες της ομάδας.». Επιπλέον αναφέρουν πως το παιχνίδι είναι ένας πολύ καλός τρόπος για την εμπλοκή του μαθητή με την μάθηση και το φαινόμενο που μας απασχολεί. Για παράδειγμα:

«Το ηλεκτρονικό παιχνίδι και η παρακολούθηση βίντεο είναι εργαλεία αρεστά στους μαθητές, τους κεντρίζουν το ενδιαφέρον και τους δίνουν έναν στόχο, να βοηθήσουν τον Φερνάντο.».

3.2 Θέμα: Δυσκολίες Εφαρμογής

Οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν σε δυσκολίες που εκτιμούν ότι θα προκύψουν κατά την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα εστιάζοντας σε ζητήματα προσοχής, καθώς και στο ηλεκτρονικό παιχνίδι εστιάζοντας σε ζητήματα εξοικείωσης.

Κατηγορία: Επαυξημένη Πραγματικότητα – τεχνικά ζητήματα και ζητήματα προσοχής

Οι εκπαιδευτικοί σημειώνουν πως το υλικό μπορεί να υλοποιηθεί παρόλο που αυτό θα είναι ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα. Αναφέρουν πως η δυσκολία του με την εφαρμογή του στην τάξη προκύπτει εξαιτίας τυχόν τεχνικών ζητημάτων π.χ. το δωρεάν QR code δεν μπορεί να είναι ενεργό καθ' όλη την διάρκεια της διδασκαλίας αλλά μόνο είκοσι λεπτά:

«Εάν ο δάσκαλος μπορέσει να λύσει το πρόβλημα της ανάγνωσης των QR όλα θα κυλήσουν ομαλά.».

Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι ενδέχεται να μη διατηρηθεί η προσοχή των μαθητών στα επεξηγηματικά βίντεο διότι υπάρχουν πολλά αντικείμενα που τραβάνε την προσοχή των μαθητών με αποτέλεσμα να υπάρχει πιθανότητα οι μαθητές να μην κατανοήσουν το βίντεο:

«Θα έκανα πιο αργό το βίντεο της επαυξημένης πραγματικότητας και πιο σταθερή την εικόνα, υπάρχει κίνδυνος τα "τεχνάσματα" να τραβήξουν την προσοχή των παιδιών σε άλλα στοιχεία.».

Κατηγορία: Ηλεκτρονικό Παιχνίδι – Ζητήματα εξοικείωσης

Οι εκπαιδευτικοί αναφέραν πως υπάρχει ένα ζήτημα εξοικείωσης με τους μαθητές και το παιχνίδι. Αναφέρτε πως οι μαθητές θα μπερδεύονται και θα χάνονται μέσα στον κόσμο του παιχνιδιού λόγω αυτού:

«Στο παιχνίδι δεν είναι πάντα εύκολο να καταλάβεις ποιον δρόμο να ακολουθήσεις και ίσως χάνουν αρκετό χρόνο ψάχνοντας τα κομματάκια.».

3.3 Θέμα: Προτεινόμενες αλλαγές

Κατηγορία: Ζητήματα διαχείρισης τάξης και περιεχομένου

Οι εκπαιδευτικοί έχουν αναφέρει πως είναι ένα πολύ καλό διδακτικό σενάριο που όμως μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω.

Οι εκπαιδευτικοί πρότειναν τη διεξαγωγή συζήτησης στο τέλος των φύλλων εργασίας μέσα στην τάξη που θα διευκόλυνε την εξαγωγή συμπεράσματος:

«Επίσης, μετά από τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας, θα ζητούσα από τις ομάδες να ανακοινώσουν στην ολομέλεια της τάξης τις απαντήσεις και τα συμπεράσματά τους, ώστε να προκληθεί συζήτηση με στόχο την εξαγωγή ενός κοινού συμπεράσματος το οποίο θα καταγραφόταν σε ένα χαρτόνι και θα γινόταν σύνδεση με τον ανάλογο κόσμο και το όργανο παρατήρησης αυτού. Με αυτόν τον

τρόπο θα δημιουργούνταν μια "γραμμή" με εικόνες και πληροφορίες για τη σαύρα Γκέκο και στους τρεις κόσμους.».

Κατηγορία: Μοντελοποίηση – Προσθήκη δραστηριότητας

Οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν πως θα έπρεπε να υπάρχει και κάποια επιπλέον ενότητα και ώρα για τη δημιουργία του δικού τους μοντέλου ή εφαρμογή του φαινομένου μέσω κάποιας κατασκευής των μαθητών.

Κατηγορία: Ηλεκτρονικό Παιχνίδι – Βελτίωση οδηγιών/γλώσσας

Σε σχέση με την ταχύτητα ομιλίας του Φερνάντο (σαύρα Γκέκο) και των επεξηγηματικών βίντεο οι εκπαιδευτικοί προτείνουν να γίνουν πιο αργά για να είναι πιο καλά προσαρμοσμένο προς όλους τους μαθητές ακόμα και για αυτούς που έχουν μαθησιακές δυσκολίες ώστε να προλαβαίνουν όλοι να διαβάσουν τους υπότιτλους:

«Ο Φερνάντο όταν παρουσιάζει τον εαυτό του ίσως μιλάει αρκετά αργά, υπάρχουν ορθογραφικά λάθη στις οδηγίες του παιχνιδιού και στην μετάφραση των βίντεο. Αν οι μαθητές έχουν μαθησιακές ή μικρή ηλικία ίσως δεν προλαβαίνουν να διαβάσουν την μετάφραση. Στο παιχνίδι δεν είναι πάντα εύκολο να καταλάβεις ποιον δρόμο να ακολουθήσεις και ίσως χάνουν αρκετό χρόνο ψάχνοντας τα κομματάκια.».

Επαυξημένη Πραγματικότητα – Βελτίωση γραφικών

Οι εκπαιδευτικοί πρότειναν αλλαγές στα γραφικά του παιχνιδιού για βελτίωση της λειτουργικότητας.

«Στην επαυξημένη πραγματικότητα μέσα στο δάσος υπάρχει μια πράσινη-λαχανι πινακίδα όπου οι πληροφορίες δεν είναι ευανάγνωστες. Στο εργαστήριο όπου φαίνεται η πατούσα της σαύρας και τα τριχίδια δεν είναι εύκολο να καταλάβει κανείς τι βλέπει, ίσως να έδινε λίγο περισσότερη προσοχή στη δομή της πατούσας;».

Συμπεράσματα

Ο στόχος της έρευνας ήταν η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού που έχει δημιουργηθεί. Αναπτύχθηκε ηλεκτρονικό παιχνίδι με τίτλο «Φερνάντο το ξεχασιάρικο σαμιαμίδι» και περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας για συλλογή πληροφοριών σχετικών με το φαινόμενο της σαύρας γκέκο, φύλλα εργασίας και βίντεο (που έχουν ενσωματωθεί στο περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας).

Με βάση της απαντήσεις των εκπαιδευτικών για την εφαρμοσιμότητα του εκπαιδευτικού υλικού αναγνωρίστηκαν τρία θέματα: θετικά στοιχεία, δυσκολίες εφαρμογής και προτεινόμενες αλλαγές. Όσον αφορά τα θετικά στοιχεία, οι εκπαιδευτικοί θεωρούν πως θα μπορούσε να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Μάλιστα αυτήν η άποψη συμβαδίζει με τους Diegmann, et. al. (2015). Επιπλέον μέσα από της απαντήσεις των εκπαιδευτικών αναγνωρίστηκε πως οι μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας οι μαθητές θα μπορούσαν να προσεγγίσουν το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο στο δημοτικό σχολείο. Όντως στην βιβλιογραφία αναγνωρίζεται η συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας στην κατανόηση περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών (Peikos και Sofianidis 2024). Θετικά στοιχεία αναγνώρισαν επίσης για το ηλεκτρονικό παιχνίδι. Ενδεικτικά οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι ο συνδυασμός του παιχνιδιού με την μάθηση παρέχουν μια ενδιαφέρουσα οπτικοποίηση του φαινομένου και του περιεχομένου των τριών κόσμων.

Ακόμη, ανέδειξαν θετικά στοιχεία συνολικά για το εκπαιδευτικό υλικό, δηλώνοντας ότι έχει συνοχή και είναι ελκυστικό για τους μαθητές. Ενδεικτικά οι εκπαιδευτικοί έχουν αναφέρει πως αυτή η συνοχή μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να προσεγγίσουν το φαινόμενο με ευκολία και κατανόηση.

Όσον αφορά το θέμα «Δυσκολίες εφαρμογής» οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν προβληματισμούς για την επαυξημένη Πραγματικότητα εστιάζοντας σε τεχνικά ζητήματα και ζητήματα προσοχής των μαθητών. Για παράδειγμα αναφέρθηκαν σε τεχνικές δυσκολίες σχετικές με τα QR code καθώς και με την πιθανότητα να αποσπάται η προσοχή των μαθητών από τη πληθώρα αντικειμένων στο περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας και να μην παρακολουθούν τα βίντεο που εξηγούν το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν προβληματισμούς για το ηλεκτρονικό παιχνίδι σχετικά με ζητήματα εξοικείωσης των μαθητών καθώς φαίνεται

να χρειάζεται χρόνος ώστε οι μαθητές να μπορούν να προηγηθούνε στο περιβάλλον του παιχνιδιού.

Όσον αφορά το θέμα «προτεινόμενες αλλαγές» οι εκπαιδευτικοί πρότειναν αλλαγές σχετικές με ζητήματα διαχείρισης τάξης και περιεχομένου. Για παράδειγμα πρότειναν την υποστήριξη της εξαγωγής συμπερασμάτων με επιπλέον συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης. Σχετικά με το περιεχόμενο ανέφεραν ότι χρειάζεται να γίνουν αλλαγές στα χρώματα με τα οποία αναπαραστάθηκαν αντικείμενα του νανόκοσμου. Ακόμη πρότειναν να προστεθούν δραστηριότητες μοντελοποίησης, όπου οι ίδιοι οι μαθητές θα δημιουργήσουν μοντέλα για την εξήγηση του φαινομένου καθώς και βελτίωση των οδηγιών και της γλώσσας του παιχνιδιού καθώς αναγνώρισαν.

4. Παράρτημα: Φύλλα Εργασίας

Φύλλο Εργασίας 1

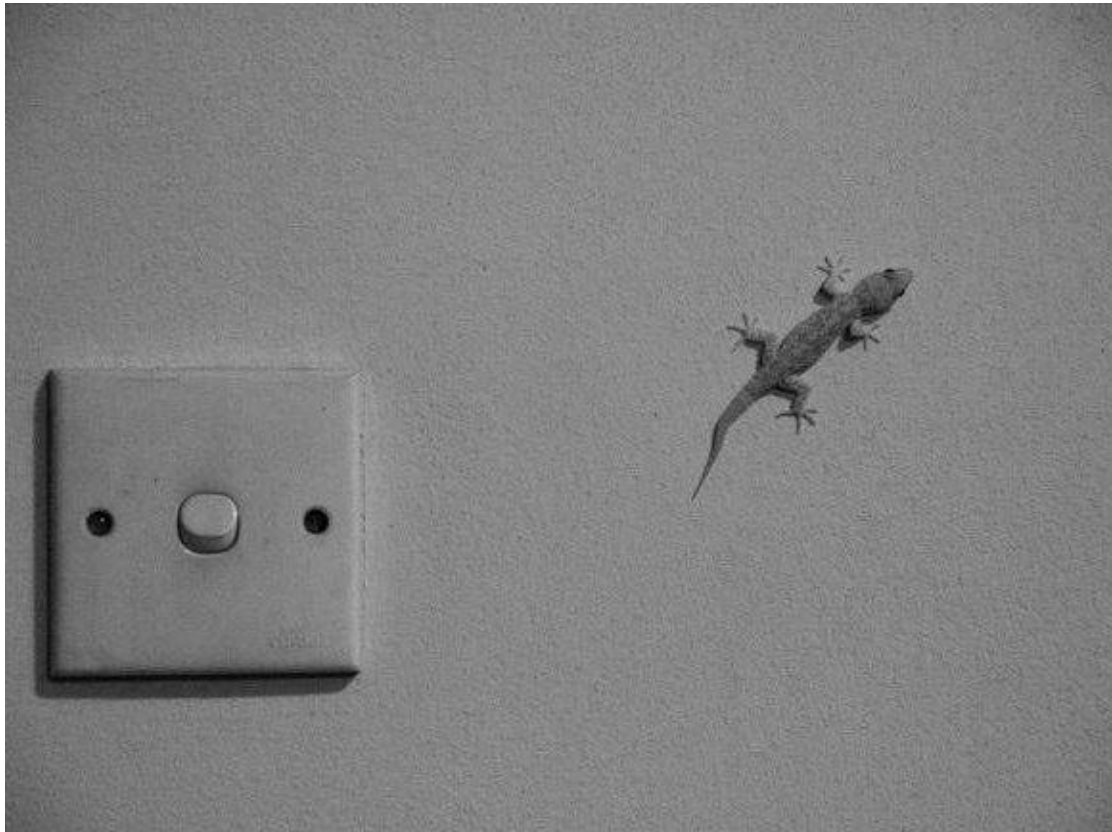
Όνομα ομάδας: _____

Μέλη: _____

Ημερομηνία: ___/___/___

Τάξη: _____

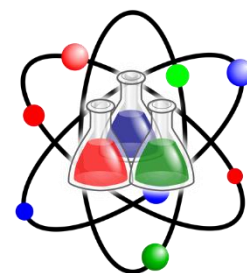
Αυτό είναι ένα σαμιαμίδι που πιθανόν όλοι/ες έχουμε δει στα σπίτια μας ή στην γειτονιά μας.



1. Να παρακολουθήσετε το βίντεο της σαύρας Γκέκο από το πρώτο QR της επαυξημένης πραγματικότητας. Να συζητήσετε με την ομάδα σας και να σημειώστε τι περίεργο παρατηρήσατε.

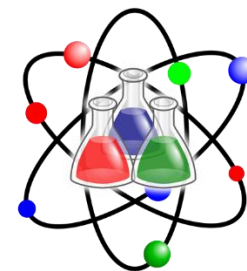
2. Σε ποιες από τις παρακάτω επιφάνειες περπατάει το σαμιαμίδι; Να συλλέξετε πληροφορίες με την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας από το 2^ο QR. Σημείωσε στο αντίστοιχο κουτάκι.

Αντικείμενα	Βάλε στα \mathcal{J} αντικείμενα που περπατάει
Ξύλινος τοίχος	
Πέτρινη περίφραξη	
Γυάλινο βάζο	
Ταβάνι από σοβά	
Πλαστική κούνια	
Υφασμάτινη Μπλούζα	
Κλαδιά	
Φύλλωμα	
Μεταλλική Κολώνα	



Ποιες επιφάνειες είναι λείες και ποιες τραχιές;

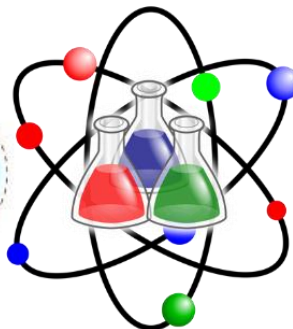
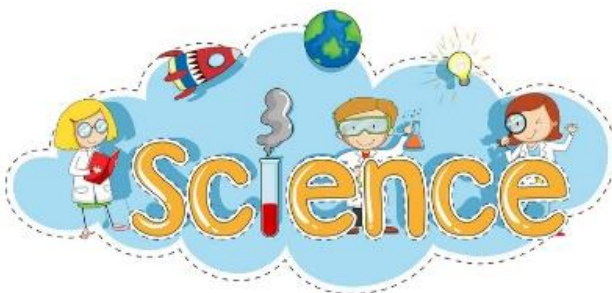
Λείες Επιφάνειες	Τραχιές Επιφάνειες



3. Να συμπληρώσετε το παρακάτω κείμενο με τις λέξεις: λείες, τραχιές, πέφτει.

Το σαμιαμίδι περπατάει σε _____ και _____ επιφάνειες ακόμα και ανάποδα στο ταβάνι χωρίς να _____ .

4. Πώς νομίζετε ότι καταφέρνει ο Φερνάντο να προσκολλάται πάνω στις επιφάνειες; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας με κείμενο και ζωγραφιά.



Φύλλο Εργασίας 2

Όνομα ομάδας: _____

Μέλη: _____

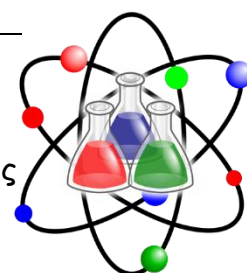
Ημερομηνία: ___/___/___

Τάξη: _____

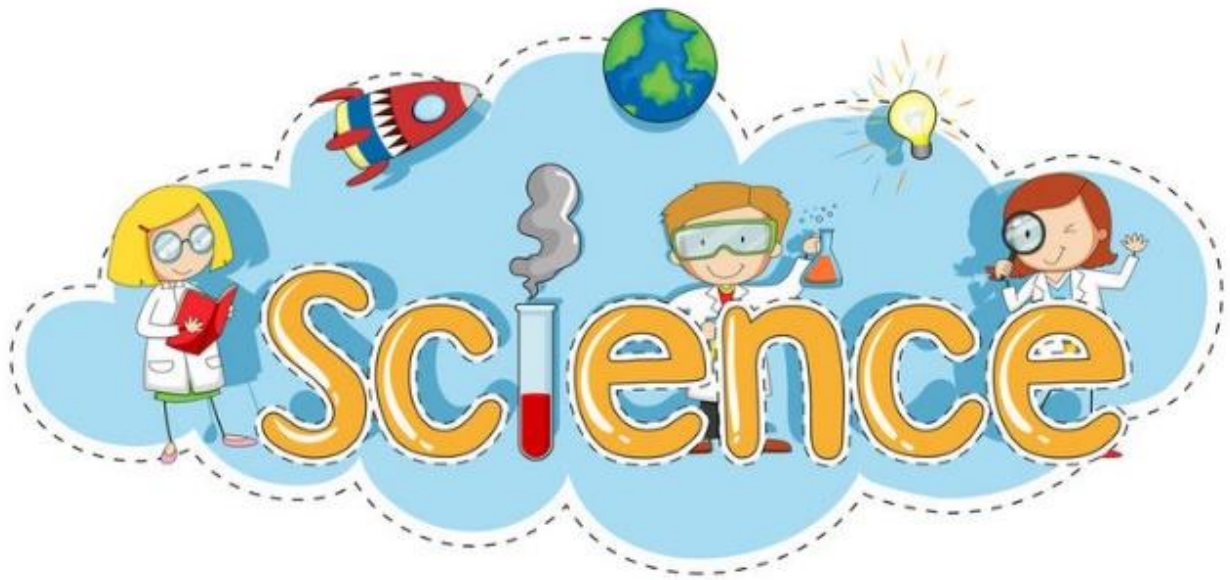


1. Ο Φερνάντο κατάφερε να βρει τον δρόμο του μέσα στο εργαστήριο του σχολείου! Με ποιο όργανο κατάφερε να παρατηρήσει Φερνάντο τα τριχίδια;

2. Ο Φερνάντο ρωτάει τι είδατε! Να ζωγραφίσετε το πόδι της σαύρας Γκέκο όπως το παρατηρήσατε με το μικροσκόπιο.



3. Πώς ονομάζεται ο κόσμος που βλέπουμε με το μικροσκόπιο;



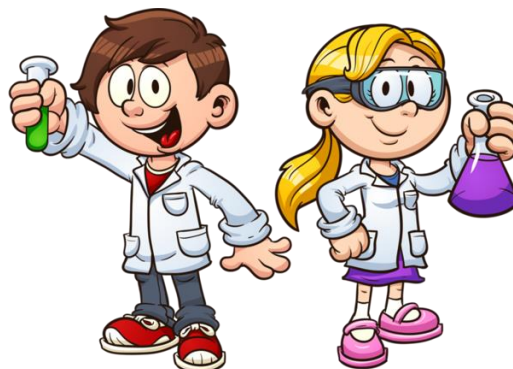
Φύλλο Εργασίας 3

Όνομα ομάδας: _____

Μέλη: _____

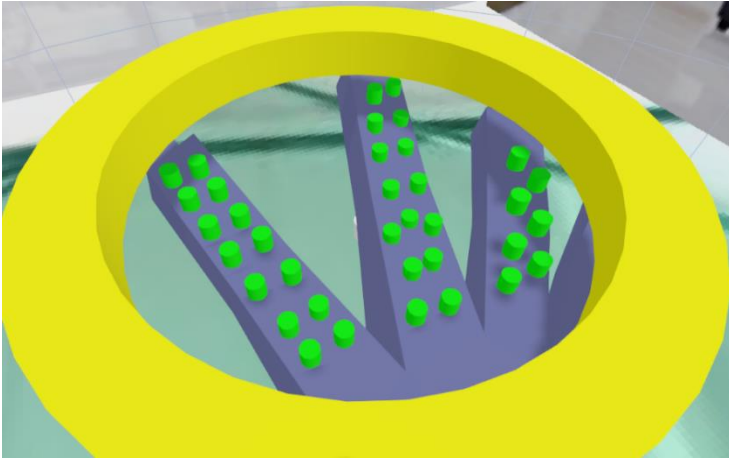
Ημερομηνία: ____/____/____

Τάξη: _____

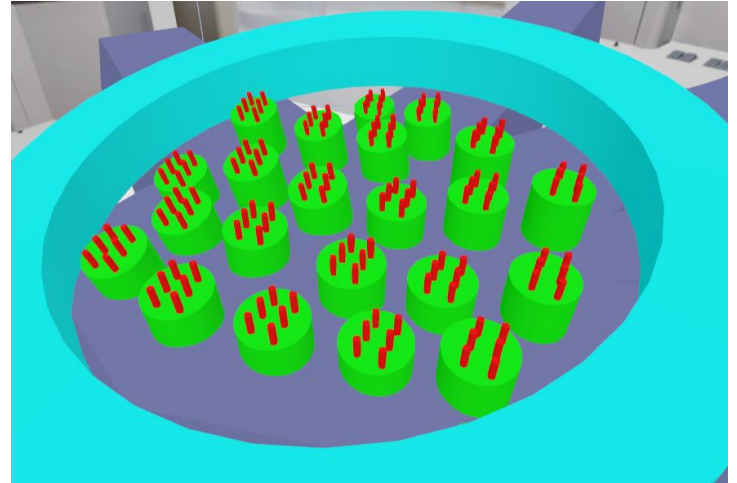


1. Καταφέρατε μαζί με τον Φερνάντο να μπειτε σε ένα πλήρες εξοπλισμένο εργαστήριο της NASA! Ποιο όργανο χρησιμοποιήσατε για να δείτε με ακόμα μεγαλύτερη μεγέθυνση το πόδι του Φερνάντο;

2. Ο Φερνάντο ρωτάει τι παρατηρήσατε! Να ζωγραφίσετε το πόδι της σαύρας Γκέκο όπως το παρατηρήσατε με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.



Οπτικό Μικροσκόπιο



Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο

3. Να παρατηρήσετε την εικόνα του ποδιού της σαύρας Γκέκο από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και το οπτικό μικροσκόπιο. Ποιες διαφορές παρατηρείτε;

4. Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια με την τάξη πως προσκολλάται ο Φερνάντο στις επιφάνειες;



5. Οι επιστήμονες κατάφεραν να μιμηθούν το πόδι της σαύρας Γκέκο και να δημιουργήσουν εφαρμογές χρήσιμες στην καθημερινή μας ζωή. Να σκανάρετε το QR για να παρατηρήσετε εφαρμογές που μιμούνται το πόδι της σαύρας Γκέκο.



6. Να δημιουργήσετε με την ομάδα σας μια αφίσα, στην οποία θα παρουσιάσετε μια εφαρμογή που μιμείται το πόδι της σαύρας Γκέκο και είναι χρήσιμη για την καθημερινή ζωή.



Βιβλιογραφία

- Chen, C.-M., Tsai, Y.-N.: Interactive Augmented Reality System for Enhancing Library Instruction in Elementary Schools. *Computer and Education* 59, 638–652 (2012)
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of augmented reality in educational environments-a systematic literature review.
- Lefkos, I., Manoloudi, M., (2023). An ICT-based approach for teaching nanotechnology-related subjects in kindergarten. DOI: 10.20533/IICE.2023.0018
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2019). A nanoscale science and technology training course: Primary teachers' learning on the lotus and gecko effects. In *Electronic proceedings of the ESERA 2019 conference. The beauty and pleasure of understanding: Engaging with contemporary challenges through science education*, part (Vol. 14, pp. 1698-1704).
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., Kariotoglou P., (2018). Content Transformation for experimental teaching nanoscale science and engineering to primary teachers.
- Sofianidis, A. (2022). Why Do Students Prefer Augmented Reality: A mixed-Method Study On Preschool Teacher Students' Perceptions on Self-Assessment AR Quizzes in Science Education. DOI: 10.3390/educsci12050329
- Peikos, G., Sofianidis A., (2024). What Is the Future of Augmented Reality in Science Teaching and Learning? An Exploratory Study on Primary and Pre-School Teacher Student's Views. <https://doi.org/10.3390/educsci14050480>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos D., Papadopoulou P., (2022). A teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology content at primary school level: evaluation of students' learning. DOI: 10.1080/09500693.2022.2105976
- Spyrtou, A., Manou, L., Peikos, G., Zachou, P., (2018). Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module. DOI: 10.1007/978-3-030-20954-4_10
- Terry, G., Hayfield, N., Clarke, V., & Braun, V. (2017). Thematic analysis. *The SAGE handbook of qualitative research in psychology*, 2(17-37), 25.
- Αλεξίου, Δ. (2019). Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού στο περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης: ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος (Μεταπτυχιακή Εργασία).
- Αλεξίου, Δ., Πέικος, Γ. & Μάνου, Λ. (2017). Οι ιδέες των μαθητών δημοτικού σχολείου για φαινόμενα της φύσης στην κλίμακα του νάνο: Το φαινόμενο του Λωτού και της σαύρας Gecko. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Εμπ.) Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής πράξης, Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και

- Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σσ. 868-873). Ρέθυμνο: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Μάνου, Λ. (2020). Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Διδακτικών Μαθησιακών Σειρών Για Την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών Στην Νανοτεχνολογία.
- Πέικος, Γ., Μάνου, Λ., & Σπύρτου, Α. (2015). Ανάπτυξη και αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την διδασκαλία της Νανοεπιστήμης - Νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών των Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σσ 279–286). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγική Σχολή – ΑΠΘ.
- Πέικος Γ. (2022). Φαινόμενα και έννοιες στην κλίμακα του νάνο: θέματα μάθησης και διδασκαλίας στο δημοτικό σχολείο (Διδακτορική εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
- Πέττα, Η. Δ. (2022). Διδακτικές δραστηριότητες σε περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης για το φαινόμενο του λωτού και της σαύρας gecko: εφαρμογή και αξιολόγηση σε μαθητές και μαθήτριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Πτυχιακή Εργασία). Διαθέσιμο από: DSpace
- Πέικος, Γ. (2016). Σχεδιασμός, Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Διδασκαλία Περιεχομένου της Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό Σχολείο.
- Σακελλάρη, Κ. (2016). Προσεγγίζοντας διερευνητικά φαινόμενα της κλίμακας του Νάνο στο Δημοτικό Σχολείο. (Πτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
- Σακελλάρη, Κ. & Μάνου, Λ. (2017). Η εισαγωγή φαινομένων της κλίμακας του νάνο στο δημοτικό σχολείο: Η περίπτωση της σαύρας Gecko. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α.
- Σακελλάρη Κ. (2019). Το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο στην κλίμακα του νάνο: πειραματικό περιβάλλον μικτής πραγματικότητας στο Δημοτικό σχολείο (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.