

Διπλωματική Εργασία: Η Χρήση Προσομοίωσης σε Παιδιά Προσχολικής Ηλικίας για

την Αναπαράσταση Φυσικών Εννοιών

Μαραγκού Μαρίνα AM 11M06

Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας των Επιστημών

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών *Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωστική Επιστήμη*

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πέτρο Ρούσσο για την υποστήριξη και καθοδήγηση που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια της υλοποίησης αυτής της εργασίας, αλλά και για την επίτευξη μιας άψογης συνεργασίας.

Δε θα μπορούσα ωστόσο να μην ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες του

Μεταπτυχιακού της Γνωσιακής Επιστήμης, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν,

καθώς επίσης και την κα Σπυριδούλα Ευθυμίου για την πολύ μεγάλη ευγένεια και

εξυπηρέτηση που μου προσέφερε. Τέλος, ευχαριστώ το Ίδρυμα Ωνάση για την

υποτροφία την οποία μου προσέφερε και με βοήθησε στην περάτωση των Σπουδών

μου.

Περίληψη

Η συγκεκριμένη έρευνα μελετά τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, ειδικότερα της προσομοίωσης στη μαθησιακή διαδικασία. Τα υποκείμενα, νήπια ηλικίας 4 ετών, διδάσκονται με τη χρήση ή μη της προσομοίωσης το θέμα της ταχύτητας και της πρόσκρουσης. Η προσομοίωση παρουσιάζεται από την εκπαιδευτικό και στη συνέχεια τα υποκείμενα την επεξεργάζονται για ένα χρονικό διάστημα του ενός μήνα. Το αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται η προσομοίωση είναι η ταχύτητα και η πρόσκρουση και παρουσιάζεται μέσω ενός ρομπότ-πυραύλου ο οποίος κινείται στη σελήνη με όποια ταχύτητα δώσει ο χειριστής και κατά τη προσσελήνωση του καταστρέφεται ή διατηρείται αναλόγως το χειρισμό του. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει πιο περιορισμένη κατανόηση του θέματος σε σχέση με την πειραματική ομάδα.

Η Χρήση Προσομοίωσης σε Παιδιά Προσχολικής Ηλικίας για την Αναπαράσταση Φυσικών Εννοιών

Η τεχνολογία του υπολογιστή είναι μια ατομική βόμβα στην εποχή της πληροφορίας η οποία θα σπάσει το τείχος της μάθησης και της ψυχαγωγίας.¹

Οι εφαρμογές του ηλεκτρονικού υπολογιστή αυξάνονται με ρυθμούς γεωμετρικής προόδου τη τελευταία εικοσαετία. Οι τομείς στους οποίους διευρύνεται σήμερα ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι ο εργασιακός, ο ψυχαγωγικός αλλά και ο εκπαιδευτικός. Όσον αφορά στον τελευταίο τομέα, ενώ υπάρχει μια τεράστια βιβλιογραφία εφαρμογής και χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, ακόμη δεν έχει γίνει δυναμικά η εισαγωγή του στην εκπαίδευση. Τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών τόσο του Νηπιαγωγείου όσο και του Πανεπιστημίου εκθειάζουν τις δυνατότητες του ηλεκτρονικού υπολογιστή και το πόσο συμβάλλει στην πολύπλευρη ανάπτυξη του ατόμου. Παρόλα αυτά, οι εκπαιδευτικοί πολύ δειλά τον χρησιμοποιούν και συνήθως αρκούνται μόνο στη χρήση του προγράμματος παρουσιάσεων διαφανειών.

Στην παρούσα έρευνα μελετάται μια από τις δυνατότητες του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη μάθηση. Αυτή είναι η χρήση της προσομοίωσης τόσο από τη μεριά του εκπαιδευτικού όσο και από τη μεριά των παιδιών με σκοπό τη μελέτη δημιουργίας των αναπαραστάσεων όσον αφορά στις φυσικές έννοιες. Για να επιτευχθεί αυτό, οι συμμετέχοντες ξεκινούν μια κοινή φάση εκπαίδευσης και στη συνέχεια διαχωρίζονται σε ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.

¹ Halstead. M. (2009). *Computers, Schools and Students. The Effects of Technology Computers. Cedric Cullingford and Nusrat Haq: Huddersfield, UK*

Η τελευταία λαμβάνει μέρος στην παρουσίαση και εμπλοκή σε μια προσομοίωση η οποία σχετίζεται με τις φυσικές έννοιες της πρόσκρουσης και της ταχύτητας. Στο τέλος και οι δυο ομάδες περνούν την ίδια αξιολόγηση.

Τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία μελετώνται είναι τα ακόλουθα:

1. Η χρήση της προσομοίωσης κατά την εκπαιδευτική διαδικασία βοηθά αφενός στην πληρέστερη κατανόηση των υπό διδασχή εννοιών, και αφετέρου στην δημιουργία σχετικών αναπαραστάσεων;
2. Τα υποκείμενα ανταποκρίνονται στις ερωτήσεις οι οποίες τίθενται με μεγαλύτερη σαφήνεια στην εκπαιδευτική διαδικασία με ή χωρίς τη χρήση της προσομοίωσης;

Το θέμα της συγκεκριμένης έρευνας σε σχέση με τη Γνωσιακή Επιστήμη άπτεται στο ζήτημα της αναπαράστασης. Τα υποκείμενα μέσω της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην οποία υπόκεινται περνούν και από τα δυο στάδια της αναπαράστασης: αφενός της κατανόησης και αφετέρου της έκφρασης των υπό διδασχή εννοιών: της ταχύτητας και της πρόσκρουσης. Μια τέτοια έρευνα δίνει ενδείξεις για τη λειτουργία των αναπαραστάσεων και συνδέεται με την εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπρόσθετα, η χρήση της προσομοίωσης στη Γνωσιακή Επιστήμη αποτελεί ένα εργαλείο κατανόησης της λειτουργίας του νου². Η προσομοίωση προσφέρει την αναπαράσταση του κόσμου.

² Γυφτοδήμος Γ. (2011). *Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων και Γνωσιακές - Εκπαιδευτικές Εφαρμογές*. Σημειώσεις Μαθήματος Ειδικά Θέματα Πληροφορικής

Θεωρητικό Μέρος

Στη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιούνται οι όροι *αναπαράσταση* και *προσομοίωση*, όροι βασικοί και στη Γνωσιακή Επιστήμη. Είναι σημαντικό να αναπτυχθούν και να αναλυθούν στη συνέχεια τόσο αυτές οι δύο έννοιες, όσο και η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην εκπαίδευση.

Αναπαράσταση

Στη Γνωσιακή Επιστήμη, ο όρος της αναπαράστασης παίζει σημαντικό ρόλο. Η λειτουργία της αναπαράστασης δίνει υπόσταση στις γενικεύσεις του γνωστικού επιπέδου³. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί ένα λειτουργικό χαρακτηριστικό του νου το οποίο εμπεριέχει σημασιακό περιεχόμενο. Μετατρέπει δηλαδή την έννοια του νου σε έννοια με περιεχόμενο, κάνοντάς την πιο συγκεκριμένη. Είναι απαραίτητη τόσο για την κατανόηση όσο και για την έκφραση των νοητικών γενικεύσεων και εννοιών. Η χρήση της αναπαράστασης αφενός δίνει στο υποκείμενο τη δυνατότητα κατανόησης της έννοιας, και αφετέρου το οδηγεί στη μεταγνώση αυτής. Υπό τον όρο μεταγνώση, στην εκπαιδευτική διαδικασία, νοείται η μετάδοση γνώσης από το ένα υποκείμενο σε ένα άλλο.

³ Πρωτόπαπας Α. (2011). *Εισαγωγή στη Θεωρία και Μεθοδολογία της Γνωσιακής Επιστήμης*. Σημειώσεις μαθήματος *Γνωσιακή Επιστήμη*

Η προσομοίωση ως μέσο εκπαίδευσης

Ένα εργαλείο του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή στοχευμένο στη μάθηση είναι η προσομοίωση. Η προσομοίωση είναι ένα σύστημα το οποίο παράγεται από την εκτέλεση κατάλληλου υπολογιστικού προγράμματος, κατασκευασμένο με σκοπό να αναπαραστήσει τις οντότητες, τη δομή και τη λειτουργικότητα ενός δεδομένου πρότυπου συστήματος. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια μορφή απτής έκφρασης της αναπαράστασης, ως η αναπαράσταση του νου του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή. Λόγω του γεγονότος ότι στην προσομοίωση οι υπό διδαχή έννοιες προβάλλονται με τη μορφή εικόνων κινούμενων ή μη, βοηθούν σε μεγάλο βαθμό τη σύνδεση των πληροφοριών και την κατανόηση των όσων διδάσκονται. Ουσιαστικά η προσομοίωση σε ένα πρώτο επίπεδο προσφέρει μια αναπαράσταση έτοιμη προς χρήση του υποκειμένου το οποίο την επεξεργάζεται. Αυτή η λειτουργία προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν την αναπαράσταση αυτή για την κατανόηση της υπό διδαχή έννοιας και στη συνέχεια να δημιουργήσουν μια δική τους αναπαράσταση κατά το στάδιο της έκφρασης της συγκεκριμένης έννοιας.

Μια προσομοίωση (ή ένας προσομοιωτής) μπορεί να θεωρηθεί και ως μια συσκευή που προσπαθεί να αναδημιουργήσει τα χαρακτηριστικά του πραγματικού κόσμου. Η ίδια η προσομοίωση μπορεί να ορισθεί και ως μια μέθοδο μελέτης ενός συστήματος ενός αντικειμένου, ενός φαινομένου, μιας δραστηριότητας, μιας διαδικασίας με τη βοήθεια ενός άλλου συστήματος⁴.

⁴ Γυφτοδήμος Γ. (2011). *Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων και Γνωσιακές - Εκπαιδευτικές Εφαρμογές*. Σημειώσεις Μαθήματος *Ειδικά Θέματα Πληροφορικής*

Υπάρχουν πολλοί λόγοι οι οποίοι καθιστούν χρήσιμη και αναγκαία ενδεχομένως τη χρήση προσομοίωσης κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Η έρευνα στη μάθηση δείχνει ότι οι μαθητές χρειάζονται ένα πλαίσιο των κύριων ιδεών προκειμένου να χτίσουν τη γνώση τους. Η μάθηση δεν είναι μόνο η πράξη αλλά προϋποθέτει και σκέψη. Η χρήση της προσομοίωσης παρέχει αυτή τη δυνατότητα μέσω των κινούμενων εικόνων αλλά και των εργαλείων των οποίων προσφέρει. Το πλαίσιο μάθησης δε χτίζεται μέσω της καθοδήγησης καθώς έτσι προωθείται ένα ήδη υπάρχον πλαίσιο το οποίο δε ταιριάζει σε κάθε μαθητή. Αποτελεσματικότερο είναι ο μαθητής να μπορέσει να δημιουργήσει το δικό του πλαίσιο και αυτό συμβαίνει με τη χρήση επιτυχών δραστηριοτήτων. Η προσομοίωση βοηθά προς αυτή τη κατεύθυνση καθώς ο μαθητής εξετάζει τα φαινόμενα, τα επεξεργάζεται και σκέφτεται πριν δράσει προκειμένου να έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επιπρόσθετα, η χρήση της επιτρέπει στον εκπαιδευτή να ελέγχει το περιβάλλον μάθησης ανάλογα με τους στόχους της εκπαίδευσης⁵.

Η προσομοίωση δηλαδή είναι μία αναπαράσταση ή ένα μοντέλο που έχει κατασκευαστεί για να αναπαραστήσει και να επιτρέψει την κατανόηση της λειτουργίας ενός συστήματος. Το σύστημα προσομοίωσης *μιμείται* τη συμπεριφορά αυτού που αναπαριστά και συνεπώς επιτρέπει εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά του και κατανόηση των λειτουργιών του. Το σύστημα προσομοίωσης στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ένα μοντέλο που *εκτελείται* σε έναν υπολογιστή.

⁵ Alessi S. Simulation design for training and assessment. In: O'Neil H Jr, Andrews DH, eds. *Aircrew training and assessment*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000:197–222

Μια προσομοίωση με υπολογιστές είναι υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για να πειραματιστούμε πάνω σε ένα πραγματικό σύστημα χωρίς να έχουμε άμεση επαφή μαζί του. Στόχος ενός συστήματος προσομοίωσης είναι η μελέτη, η κατανόηση και ο πειραματισμός με πολύπλοκα συστήματα και έννοιες⁶.

Η έννοια της προσομοίωσης εμφανίστηκε αρχικά στο χώρο της επιστημονικής έρευνας ως τεχνική μελέτης των αποτελεσμάτων μιας δράσης πάνω σε ένα φαινόμενο χωρίς να απαιτείται παρέμβαση στο ίδιο το φαινόμενο. Οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται για τη μελέτη και την κατανόηση αρχών λειτουργίας πολλών φυσικών, βιολογικών και κοινωνικών διαδικασιών. Τα συστήματα προσομοίωσης αποτελούν στις μέρες μας πολύ διαδεδομένες και ταυτόχρονα από τις αποτελεσματικές εφαρμογές των τεχνολογικών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία⁷.

Σε μια παιδαγωγική κατάσταση προσομοίωσης, ο μαθητής, αλλάζοντας κατά βούληση ορισμένες μεταβλητές του υπό διδασχή φαινομένου, έχει στα χέρια του την πρωτοβουλία εξέλιξής του και δεν οφείλει να απαντά απλώς σε ερωτήσεις που έχουν προβλεφθεί από τους δημιουργούς του λογισμικού. Αντίθετα, με βάση τις παρατηρήσεις που κάνει πάνω στα αποτελέσματα των χειρισμών του, είναι δυνατόν να ανακαλύψει το μοντέλο το οποίο προσομοιώνει το λογισμικό ή τις βασικές παραμέτρους που το συνθέτουν και να εφαρμόσει αυτά που έχει ήδη μάθει. Στο πλαίσιο αυτό, τα συστήματα προσομοιώσεων διαφέρουν ριζικά από τα συστήματα καθοδήγησης και τα συστήματα εξάσκησης και πρακτικής.

⁶ ΤΕΚ (Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης (2011). *Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών*

⁷ Ο.π.

Τα πλεονεκτήματα χρήσης της προσομοίωσης στην εκπαίδευση είναι πολυάριθμα. Αρχικά, μπορεί να αποτελεί την μόνη προσέγγιση για την επίλυση κάποιων προβλημάτων (π.χ. μελέτη λειτουργίας ενός απροσπέλαστου συστήματος). Επίσης, το κόστος της προσομοίωσης σε πολλές περιπτώσεις είναι μικρότερο του κόστους χρήσης του πραγματικού εξοπλισμού. Ακόμη, παρουσιάζει μεγαλύτερη ευελιξία στην αντίληψη των σχέσεων μεταξύ των προβλημάτων, εφόσον οι μεταβλητές μπορούν να προσαρμόζονται από τους χρήστες αυτής. Είναι μια ασφαλής μέθοδος σε αντίθεση με πολλά από τα πραγματικά πειράματα ενώ παράλληλα δίνει τη δυνατότητα επανάληψης του ίδιου φαινομένου κατά βούληση. Οι προσομοιώσεις δημιουργούν κινούμενα, αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές μαθαίνουν μέσω της διερεύνησης. Ακόμη, οι προσομοιώσεις προσφέρουν συνδέσεις πραγματικότητας-φαινομένου κάνοντας το αόρατο, ορατό για τους μαθητές. Παράλληλα παρέχουν αλληλεπιδραστικά εργαλεία τα οποία βοηθούν τους μαθητές να χτίσουν τις δικές τους ικανότητες κατανόησης.. Ταυτόχρονα, παρέχει στο χρήστη μια σφαιρική εξέταση του συστήματος⁸.

Ο σχεδιασμός των προσομοιώσεων είναι τέτοιος που παρέχει αλληλεπιδραστικά και ανοιχτά περιβάλλοντα μάθησης με δυνατότητα παροχής κινούμενου ερεθίσματος στο χρήστη. Η προσομοίωση είναι ένα εργαλείο το οποίο είναι ακριβές από τη σκοπιά της Φυσικής Επιστήμης και προβάλλει ένα οπτικές, διαδραστικές, δυναμικές αναπαραστάσεις των φυσικών ορισμάτων. Ταυτόχρονα οι προσομοιώσεις επιδιώκουν να χτίσουν γέφυρες μεταξύ της αντίληψης των μαθητών σχετικά με την κατανόηση λειτουργίας της καθημερινότητας και των υποφαινόμενων φυσικών ορισμάτων.

⁸ Perkins T., *An interactive optical tweezers simulation for science education*. National Institute of Standards and Technology and University of Colorado

Επίσης, η μη καθοδήγηση ή η καθοδήγηση μέσω ανοιχτών ερωτήσεων προωθεί τους μαθητές να διερευνήσουν τις προσομοιώσεις ώστε να δημιουργήσουν δικές τους ερωτήσεις στις οποίες οι ίδιοι απαντούν μέσω χρήση της προσομοίωσης.

Δημιουργούν δηλαδή οι μαθητές από μόνοι τους τον κύκλο της μάθησης *κατανόηση-απορία-τεκμηρίωση*⁹.

Παρά τα θετικά της στοιχεία, η προσομοίωση στη χρήση της περιλαμβάνει και ορισμένα μειονεκτήματα. Κάποιες φορές απαιτεί σημαντικό χρόνο ανάπτυξης και μεγάλο κόστος. Ακόμη, σε ορισμένες καταστάσεις, η χρήση της προσομοίωσης μπορεί να μην είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος επίλυση του υπό μελέτη προβλήματος. Παράλληλα, δεν υπάρχει κάποια εγγύηση οδήγησης στην καλύτερη δυνατή λύση ούτε αντανακλά πάντα με ακρίβεια την υπό μελέτη κατάσταση. Τέλος, σε μια προσομοίωση το μοντέλο που την διέπει έχει ήδη δημιουργηθεί από κάποιον άλλο ενώ οδηγεί στην ανάγκη για περιβάλλοντα που επιτρέπουν τη δημιουργία μοντέλων¹⁰

⁹ Adams W. K. (2010). *Student engagement and learning with PhET interactive simulations*. Department of Physics University of Colorado

¹⁰ ΤΕΚ (Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης (2011). *Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών*

Έρευνες για τη χρήση της προσομοίωσης στην εκπαίδευση

Μέσω ερευνών έχει βρεθεί ότι οι μαθητές στη χρήση της προσομοίωσης λειτουργούν όπως οι επιστήμονες όταν βλέπουν τα ερευνητικά πειράματά τους. Οι επιστήμονες προσεγγίζουν την έρευνα ως μια διασκεδαστική ευκαιρία διερεύνησης των εννοιών, αλλά παράλληλα και ως πρόκληση, βελτίωση ή πρόσθεση πολύτιμων γνώσεων σε μια ήδη υπάρχουσα πιστοποίηση εννοιών. Παρομοίως, οι μαθητές συνήθως βρίσκουν τις προσομοιώσεις διασκεδαστικές και μέσω των δικών τους διερευνήσεων, καταλήγουν σε μια νέα γνώση η οποία προστίθεται στην ήδη διαμορφωμένη και υπάρχουσα. Όταν συμβαίνει κάτι αναπάντεχο, ο μαθητής αλλάζει απάντηση και να κατανοήσει ό, τι γίνεται¹¹.

Η χρήση των προσομοιώσεων σύμφωνα με την ερευνητική δραστηριότητα παρέχει ακόμη αρκετά θετικά στοιχεία. Σύμφωνα με τους Finkelstein et al., η χρήση των προσομοιώσεων στην εκπαίδευση προσδίδει ένα δυναμικό feedback στο μαθητή καθώς υπάρχει το ισχυρό στοιχείο της οπτικής επαφής και εμπλοκής του μαθητή σε αυτή. Επίσης, η μάθηση υπό αυτή τη διαδικασία ακολουθεί το μοντέλο του κονστрукτιβισμού. Ο ίδιος ο μαθητής δηλαδή χτίζει τη γνώση μέσω της εμπλοκής του με το σύστημα¹². Στη διαδικασία της προσομοίωσης, ο μαθητής βλέπει τι συμβαίνει σε ένα φαινόμενο υπό διάφορες συνθήκες: βλέπει τη σχέση αιτίου-αιτιατού. Αυτή η διαδικασία παρέχει στο μαθητή περισσότερες δυνατότητες κατανόησης, μάθησης και έκφρασης των φαινομένων με τα οποία έρχονται σε επαφή.

¹¹ Carl E. (2008). *PhET: Simulations That Enhance Learning*. Education forum. Science vol 322 31

¹² Finkelstein N. et al. (2006). High-tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Project. *Journal of Online Learning and Teaching*, Vol. 2, No. 3, pp. 109-121

Ωστόσο, το πιο ισχυρό πλεονέκτημα της προσομοίωσης είναι το γεγονός ότι είναι κινούμενη και κεντρίζει την προσοχή των μαθητών. Το πλεονέκτημα αυτό αποτελεί κίνητρο ενώ παράλληλα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του υπό διδασχή φαινομένου¹³. Τέλος, η χρήση της προσομοίωσης στην τάξη, κατά τον Monteith, βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν την επιμονή, τη μνήμη και τη φαντασία τους¹⁴. Εκτεταμένες έρευνες των μαθητών μέσω του Phet έχουν δείξει ότι οι μαθητές διερευνούν τις προσομοιώσεις βασιζόμενοι στον εαυτό τους μόνο όταν ο εκπαιδευτικός παρέχει ελάχιστη ή καθόλου καθοδήγηση. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός η ίδια η προσομοίωση λόγω της δομής της παρέχει σημαντική καθοδήγηση, και αφετέρου παρέχει ισορροπημένες προκλήσεις. Με αυτό τον τρόπο χτίζεται το νοητικό πλαίσιο μέσω των συνδέσεων οι οποίες περιλαμβάνονται στην οπτικοποίηση των φαινομένων.

Σε μια συσχετιστική έρευνα σχετικά με τη χρησιμότητα έκθεσης του πραγματικού εξοπλισμού έναντι της προσομοίωσης για τη κατανόηση των φυσικών εννοιών, εξετάστηκαν 200 υποκείμενα σε εισαγωγικά μαθήματα φυσικής σχετικά με τα στάσιμα κύματα. Τη μια χρονιά, οι μαθητές διδάχθηκαν μέσω της κλασικής έκθεσης χρησιμοποιώντας τη σωλήνωση Tygon. Την επόμενη χρονιά, ένα παρόμοιο δείγμα πληθυσμού διδάχθηκε μέσω της προσομοίωσης *Wave on a String*. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στη διδασκαλία μέσω έκθεσης, οι φυσικές παράμετροι ποίκιλλαν.

¹³ Adams W. K. et al. (2008). A Study of Educational Simulations Part I -Engagement and Learning. *Journal of Interactive Learning Research, Volume 19, Issue 3*, pp. 397-419

¹⁴ Halstead. M. (2009). *Computers, Schools and Students. The Effects of Technology Computers*. Cedric Cullingford and Nusrat Haq: *Huddersfield, UK*

Ακόμη, οι χορδές απόσβεσης και τάσης μπορεί να ποικίλουν δυναμικά και δραματικά ώστε να επιτρέπουν στους μαθητές να παρατηρούν εύκολα τι μπορεί να συμβεί σε διαφορετικές συνθήκες. Σε αυτή την περίπτωση, η ταχύτητα του κύματος μπορεί να επιβραδυνθεί σημαντικά και μεμονωμένα τμήματα του σχοινιού μπορεί να ταλαντεύονται πάνω-κάτω. Μέσω χειρισμού των παραμέτρων της προσομοίωσης, οι εκπαιδευτές οδηγούν τους μαθητές να συγκεντρωθούν στα φαινόμενα τα οποία υπό συνθήκες φυσικού συστήματος δε θα μπορούσαν να εντοπίσουν. Σε καθεμία από τις δυο καταστάσεις (πραγματική έκθεση αντικειμένων- προσομοίωση) οι μαθητές εξετάζονται με τεστ πολλαπλής επιλογής μετά από τη διδασκαλία με κάθε συνθήκη και έπειτα από συζήτηση. Σε μια ερώτηση σχετικά με την ταχύτητα ενός τμήματος του σπάγκου, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου (έκθεση εξοπλισμού) απάντησαν με ποσοστό επιτυχίας 28%, έναντι του 71% της ομάδας της προσομοίωσης¹⁵.

Οι Finkelstein et al. το 2006 δημοσίευσαν μια σειρά ερευνών οι οποίες αποδείκνυαν τη θετική επιρροή των προσομοιώσεων στη διαδικασία της μάθησης. Σε μια από τις έρευνες, ένα δείγμα 200 μαθητών διδάχθηκαν σχετικά με τα στάσιμα κύματα, στα πλαίσια του μαθήματος της Φυσικής, με έναν παραδοσιακό τρόπο χρήσης της σωλήνωσης Tybon. Την επόμενη χρονιά, ένα ίδιο δείγμα διδάχθηκε το ίδιο θέμα μέσω χρήσης της προσομοίωσης *Wave on a String*. Τα δυο δείγματα αξιολογήθηκαν με φύλλα ερωτήσεων. Στο πρώτο δείγμα παρουσιάστηκε επιτυχία με 28% ενώ στο δεύτερο δείγμα οι σωστές απαντήσεις έφτασαν το 71%¹⁶. Πολλά ακόμη παραδείγματα ερευνών παρουσιάζονται κατά τον ίδιο τρόπο.

¹⁵ Finkelstein N. (2006). *High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project*. Journal of Online Teaching and Learning

¹⁶ Finkelstein N. et al. (2006). High-tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Project. *Journal of Online Learning and Teaching*, Vol. 2, No. 3, pp. 109-121

Το συμπέρασμα αυτών είναι ότι η χρήση προσομοιώσεων βοηθά στην επικέντρωση της προσοχής των μαθητών στο υπό διδασχή φαινόμενο ενώ ταυτόχρονα τους ενθαρρύνει να αναπτύξουν ιδέες και να τις κατανοήσουν καλύτερα¹⁷.

Ωστόσο, παρόλα τα θετικά στοιχεία τα οποία προσφέρει στην εκπαίδευση η χρήση της προσομοίωσης ειδικότερα και η χρήση του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή γενικότερα, η αξιοποίηση αυτών είναι μικρή.

Η χρήση του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή στην Προσχολική Ηλικία

Οι συμμετέχοντες στη συγκεκριμένη έρευνα είναι παιδιά προσχολικής ηλικίας. Σε αυτή την ηλικία η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή μπορεί να συμβάλλει στην πολύπλευρη ανάπτυξη του παιδιού, αρκεί βέβαια να υποστηρίζεται μια προσεγμένη αλληλεπίδραση. Οι τομείς ανάπτυξης είναι αφενός οι μαθησιακοί (χειρισμός ηλεκτρονικού υπολογιστή, παρατήρηση και ερμηνεία οπτικοακουστικού υλικού, ανάπτυξη χωρικών εννοιών), κοινωνικοί (αλληλεπίδραση σε διαφορετικό πλαίσιο), οργανωτικοί, συναισθηματικοί. Είναι πολύ σημαντικό το υλικό το οποίο χρησιμοποιείται να είναι ελκυστικό, εύχρηστο, εκπαιδευτικό. Η χρήση προγραμμάτων μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι αρκετά βοηθητική ως προς τη μαθησιακή διαδικασία, όπως δείχνουν διάφορες έρευνες.

Από τη σκοπιά του νηπιαγωγείου και σύμφωνα με τη Δαφέρμου –καθηγήτρια στο Τμήμα Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Αθηνών- ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της αυτονομίας των παιδιών, στην εξέλιξη γνώσεων, στην ενίσχυση της παρατηρητικότητας αλλά και στην κατανόηση αιτίου-αποτελέσματος¹⁸.

¹⁷ Finkelstein N. et al. (2006). High-tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Project. *Journal of Online Learning and Teaching*, Vol. 2, No. 3, pp. 109-121

¹⁸ Δαφέρμου Χ. κά. (2007). *Οδηγός Νηπιαγωγού. Εκπαιδευτικοί σχεδιασμοί. Δημιουργικά περιβάλλοντα μάθησης*. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων: Αθήνα

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής παρέχει προγράμματα με τα οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει ακόμα και χωρίς τη βοήθεια ενός πιο έμπειρου χρήστη. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να έχει διδακτικό ρόλο και προσφέρει στο χρήστη επιλογές μάθησης και αξιοποίησής του. Αυτό το στοιχείο ενισχύει την αυτονομία του υποκειμένου. Όσον αφορά στη μαθησιακή διαδικασία, υπάρχουν είτε λογισμικά είτε προσομοιώσεις οι οποίες προσφέρουν γνώσεις τόσο σε επίπεδο εκμάθησης χειρισμού του ηλεκτρονικού υπολογιστή όσο και εκμάθησης της σχολικής ύλης. Ακόμη, η οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στη μαθησιακή διαδικασία, καθώς ο εκπαιδευτικός μπορεί εκτός από την παροχή γραπτού κειμένου, να παρέχει και οπτικό ή οπτικό-ακουστικό υλικό. Με αυτόν τον τρόπο ο μαθητής έχει πρόσβαση σε παραπάνω από μια επιλογές μάθησης και αυτό διευκολύνει κατά πολύ τη μαθησιακή διαδικασία. Άλλωστε, σύμφωνα με τη θεωρία περί μάθησης του Bruner, ο μαθητής προκειμένου να μπορέσει να δημιουργήσει μαθησιακές αναπαραστάσεις θα πρέπει να του παρέχονται εικόνες, γραπτό υλικό αλλά και παραδείγματα σχετιζόμενα με τις υπό διδασχή έννοιες. Η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή πληροί και τις τρεις προϋποθέσεις.

Επίσης, κατά τον Clemens, η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών με αναπτυξιακά κατάλληλους τρόπους μπορεί να διευκολύνει τα μικρά παιδιά στο να βιώσουν θετικές εμπειρίες μάθησης¹⁹. Καθώς η ενασχόληση με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή έχει συνδεθεί ως ‘παιχνίδι στον υπολογιστή’, τα παιδιά μπορούν να μάθουν πολύ πιο εύκολα, δημιουργικά και να εμπλακούν άμεσα τα ίδια στην διαδικασία της μάθησης²⁰.

¹⁹ Δαφέρμου Χ. κά. (2007). *Οδηγός Νηπιαγωγού. Εκπαιδευτικοί σχεδιασμοί. Δημιουργικά περιβάλλοντα μάθησης*. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων: Αθήνα

²⁰ Νικολοπούλου Κ. (2009). *Οι τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Προσχολική Εκπαίδευση. Ένταξη, χρήση και αξιοποίηση*. Εκδόσεις Πατάκη: Αθήνα

Με αυτόν τον τρόπο, τα παιδιά δεν αντιμετωπίζουν τη μάθηση ως κάτι αόριστο αλλά αντίθετα βιώνουν και κατανοούν σε μεγάλο βαθμό ό, τι διδάσκονται. Επομένως, η μάθηση μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή προσφέρει και την πρακτική εφαρμογή της γνώσης σε μεγαλύτερο βαθμό από αυτή την οποία μπορεί να προσδώσει η διδασκαλία των εκπαιδευτικών.

Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη αρκετές ενστάσεις και αρνήσεις από τη μεριά των εκπαιδευτικών ως προς την αξιοποίηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην τάξη.

Ομάδες προώθησης της χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην εκπαίδευση

Για την προώθηση της χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη μαθησιακή διαδικασία έχουν δημιουργηθεί κάποιες ομάδες. Σκοπός τους είναι να ενθαρρύνουν και να διδάξουν τους εκπαιδευτικούς συγκεκριμένες τεχνικές και προγράμματα σχετικά με τον ηλεκτρονικού υπολογιστή ώστε κι εκείνοι με τη σειρά τους να τον αξιοποιήσουν στην τάξη. Μια τέτοια ομάδα είναι η US EdTechActionNetwork η οποία έχει δημιουργήσει ένα forum για τους εκπαιδευτικούς προκειμένου να βελτιωθεί η διδασκαλία και η μάθηση μέσω της συστηματικής χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Παρομοίως, υπάρχουν οι ομάδες UK British Educational Suppliers Association, η British Computer Society's οι οποίες στοχεύουν και αυτές στην προώθηση της χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην εκπαίδευση. Μάλιστα, κάποιες από αυτές τις ομάδες διοργανώνουν διαδικτυακούς διαγωνισμούς, στους οποίους λαμβάνουν μέρος μαθητές οι οποίοι έχουν λάβει εκπαίδευση μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή²¹. Τέλος, υπάρχουν ομάδες οι οποίες δημιουργούν προσομοιώσεις σχετικές με τη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και γενικότερα υλικό χρήσιμο σχετικό με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην τάξη.

²¹ Selwyn N. (2011). *Schools and Schooling in the Digital Age. A critical analysis*. Routledge: Oxon

Μια από αυτές τις ομάδες είναι η ομάδα του Phet (Physics Education Technology Project) από το Πανεπιστήμιο του Colorado.

Οι προσομοιώσεις του Phet

Η συγκεκριμένη ομάδα έχει δημιουργήσει μια ιστοσελίδα (<http://phet.colorado.edu/el/>) με προσομοιώσεις σχετικές με το μάθημα της Φυσικής. Υπάρχουν κατηγορίες ανά εκπαιδευτική βαθμίδα αλλά και ανά αντικείμενο μάθησης. Η ιστοσελίδα είναι μεταφρασμένη σε όλες σχεδόν τις γλώσσες ενώ μέχρι στιγμής έχουν χρησιμοποιηθεί οι προσομοιώσεις του πάνω από 70 εκατομμύρια φορές. Για να γίνει επιλογή και ανάρτηση μιας προσομοίωσης στην ιστοσελίδα, και κατ' επέκταση και στην εκπαίδευση, η ομάδα του Phet πραγματοποιεί έρευνα και δοκιμή σε ένα δείγμα μαθητών. Αρχικά, η προσομοίωση περνά από το συμβούλιο της ομάδας όπου γίνεται μια εκτεταμένη συζήτηση για το τι προσφέρει και για αν είναι επιμελώς και ορθώς δομημένη. Στη συνέχεια, η προσομοίωση παρουσιάζεται σε ένα δείγμα φοιτητών οι οποίοι μετά περνούν από συνέντευξη σχετικά με την κατανόηση, το ενδιαφέρον και το αντικείμενο της προσομοίωσης. Το επόμενο βήμα είναι η δοκιμή σε σχολικές και εξωσχολικές δραστηριότητες. Ακολουθεί αξιολόγηση και πιθανή διόρθωση της προσομοίωσης με τελικό στάδιο την ανάρτηση στο διαδίκτυο²².

Μέσω των συνεντεύξεων αλλά και της δοκιμής των προσομοιώσεων, η ομάδα του Phet διέκρινε μια σειρά ακόμη από πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης διαδικασίας στη μάθηση. Αρχικά, οι μαθητές θέτουν ερωτήσεις και προσπαθούν μόνοι τους να βρουν τις απαντήσεις μέσω της χρήσης της προσομοίωσης.

²² Finkelstein N. et al. (2006). High-tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Project.

Πραγματοποιούν οι ίδιοι τη *δοκιμή και πλάνη* της μαθησιακής διαδικασίας.

Επίσης, οι μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης κάνουν ορισμένες προβλέψεις τις οποίες διαφοροποιούν μέσω της αλληλεπίδρασής τους με αυτήν.

Ακόμη, η προσομοίωση προσφέρει πολλαπλές αναπαραστάσεις του φαινομένου κι αυτό βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό το υπό διδαχή φαινόμενο. Τέλος, παρατηρήθηκε στις συνεντεύξεις ότι παρότι οι μαθητές μαθαίνουν μέσα από την προσομοίωση, δεν κάνουν άμεση συσχέτιση των όσων έχουν μάθει με την προσομοίωση²³. Η μάθηση έχει τόσο αβίαστα και ευχάριστα που οι μαθητές εν τέλει δεν αντιμετωπίζουν την προσομοίωση σαν έναν ακόμη στείρο τρόπο μάθησης.

²³ Adams W. K. et al. (2008). A Study of Educational Simulations Part I -Engagement and Learning. *Journal of Interactive Learning Research, Volume 19, Issue 3*, pp. 397-419

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες είναι 24 παιδιά προσχολικής ηλικίας (4 ετών), εκ των οποίων τα 9 είναι κορίτσια και τα 15 αγόρια. Τα 23 παιδιά είναι ελληνικής καταγωγής, ενώ ένα κορίτσι έχει καταγωγή από τη Λετονία. Φοιτούν στο προνηπιακό τμήμα δημοτικού παιδικού σταθμού. Κανένα από τα παιδιά δεν έχει ειδικές μαθησιακές ανάγκες, ενώ όλα έχουν φυσιολογική όραση και ακοή.

Υλικό

Χρησιμοποιήθηκε η προσομοίωση (<http://phet.colorado.edu/el/simulation/lunar-lander>) η οποία σχετίζεται με τις έννοιες της πρόσκρουσης και της ταχύτητας. Η συγκεκριμένη προσομοίωση παρουσιάζει ένα ρομπότ-διαστημόπλοιο (avatar) το οποίο βρίσκεται στη σελήνη και πετάει με κατεύθυνση και ταχύτητα επιλεγόμενη από το χρήστη. Στη σελήνη υπάρχουν διάφορα εμπόδια από πετρώματα στα οποία εάν προσκρούσει το avatar καταστρέφεται. Επίσης, καταστρέφεται εάν προσσεληνωθεί με μεγάλη ταχύτητα.

Κατά τις φάσεις της εκπαίδευσης και αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκε επιπλέον εκπαιδευτικό υλικό, όπως μαρκαδόροι, καραμέλες, χαρτιά ζωγραφικής.

Διαδικασία

Η διαδικασία της έρευνας χωρίζεται σε τρεις φάσεις: φάση κοινής εκπαίδευσης, εκπαίδευση πειραματικής ομάδας (φάση προσομοίωσης) και φάση αξιολόγησης.

Φάση κοινής εκπαίδευσης

Στη φάση της κοινής εκπαίδευσης, όλοι οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν και έπαιρναν μέρος στη συζήτηση αλλά και σε τρεις δραστηριότητες διδασκαλίας των εννοιών.

Στη συζήτηση έγινε αναφέρθηκε το θέμα της ταχύτητας-πρόσκρουσης σε ένα πλαίσιο οικείο για τα παιδιά το οποίο είναι το τρέξιμο στην αυλή και η συνέπεια αυτού, το να πέσει ένα παιδί σε ένα άλλο. Συζητήθηκαν οι συνέπειες της ταχύτητας και οι διακυμάνσεις της. Στη συνέχεια, αναφέρθηκε η έννοια της πρόσκρουσης μέσα από ένα παράδειγμα για την πτώση ενός αεροπλάνου το οποίο μετέφερε μπαλόνια.

Οι τρεις δραστηριότητες περιείχαν χρήση αντικειμένων τα οποία σε συνδυασμό με την ταχύτητα, είχαν κάποιο αποτέλεσμα. Στην πρώτη δραστηριότητα με τη χρήση των παιδιών έγινε αναπαράσταση του τι συμβαίνει όταν κάποιος τρέχει και πέφτει πάνω σε κάποιον και τι συμβαίνει όταν κάποιος απλά περπατάει και ακουμπά κάποιον. Φυσικά τα παιδιά κλήθηκαν να πέσουν πάνω στη νηπιαγωγό και όχι το ένα πάνω στο άλλο. Στη δεύτερη δραστηριότητα χρησιμοποιήθηκαν μαρκαδόροι οι οποίοι καθώς σπρώχνονταν με δύναμη, προσέκρουαν και άλλαζαν κατεύθυνση.

Στην περίπτωση αυτή αναφέρεται από τα παιδιά ότι οι μαρκαδόροι *κουτούλησαν*.

Όταν οι μαρκαδόροι σπρώχνονταν με λιγότερη δύναμη, απλώς σταματούσαν καθώς συναντούσε ο ένας τον άλλον. Στην τρίτη δραστηριότητα, έγινε χρήση πλαστελίνης. Φτιάχτηκαν αντικείμενα όμοια με σκουλήκια ή φίδια και καθώς έπεφταν από ένα μικρό ύψος διαλύονταν ή χάλαγε το σχήμα τους.

Στη συνέχεια παρατίθενται κάποια παραδείγματα από τη φάση της κοινής εκπαίδευσης.

2^η δραστηριότητα: Παράδειγμα με τη χρήση παιδιών

Τα παιδιά βρίσκονται κυκλικά στη γωνιά της παρεούλας. Η νηπιαγωγός στέκεται όρθια και ζητά από ένα παιδί, τον Δς., να σηκωθεί. Λέω στα παιδιά 'Ας πούμε ότι είμαστε έξω στην αυλή... και εγώ προχωράω και προχωράω... και ξαφνικά έρχεται ο Δς. τρέχοντας και πέφτει πάνω μου'. Η νηπιαγωγός ζητά από τον Δς. να πέσει πάνω μου με φόρα κι εκείνος το κάνει. Ρωτά τα παιδιά 'Τι έγινε τώρα'.

- Θ. 'Κουτουλήσατε'.

- Α. 'Κάνατε μπαμ, μπαμ, μπαμ' (και ακουμπάει το κεφάλι του καθώς το λέει.)

- Νηπιαγωγός 'Πόνεσα εγώ;'

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Ναι'.

Στη συνέχεια η νηπιαγωγός ευχαριστεί τον Δς., του ζητά να καθίσει και λέει στον Ξ. να σηκωθεί. Αναφέρει στα παιδιά 'Ας πούμε ότι τώρα που είμαι στην αυλή, έρχεται ο Ξ. και απλά με ακουμπάει. Με χτύπησε;'

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Όχι'.

- Νηπιαγωγός 'Πόνεσα;'

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Όχι'.

Η νηπιαγωγός ευχαριστεί τον Ξ. και του ζητά να καθίσει.

3^η δραστηριότητα: Παράδειγμα με τη χρήση μαρκαδόρων

Καθόμαστε κυκλικά στη γωνιά της παρεούλας. Η νηπιαγωγός κρατά στα χέρια της δύο μαρκαδόρους και τους ρίχνει προς την αντίθετη κατεύθυνση έτσι ώστε να συναντηθούν.

Τις πρώτες φορές δε βάζει καθόλου δύναμη και έτσι οι μαρκαδόροι ίσα που ακουμπούν ο ένας τον άλλον. Στη συνέχεια τους ρίχνει με δύναμη και κάποιες φορές όταν πέφτει ο ένας πάνω στον άλλον, οι μαρκαδόροι αλλάζουν κατεύθυνση. Ρωτά τα παιδιά 'Τι γίνεται εδώ;'

- Δν. 'Κουτουλάνε.'

- Νηπιαγωγός 'Γιατί κουτουλάνε;'

- Γ. Χρ. 'Γιατί πάνε με δύναμη'

- Δν. 'Ναι και θα χτυπήσουν και θα βγάλουν αίμα'

- Νηπιαγωγός 'Δε βγάζουν αίμα οι μαρκαδόροι... Για κοιτάζτε όμως (ρίχνω τους μαρκαδόρους με δύναμη και μετά χωρίς δύναμη). Βλέπετε που όταν τους ρίχνω με δύναμη αλλάζουν κατεύθυνση; Δε συνεχίζουν να πηγαίνουν όπως πήγαιναν'

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Ναι'.

Φάση προσομοίωσης

Στη φάση προσομοίωσης συμμετείχε μόνο η πειραματική ομάδα. Για το διάστημα ενός μήνα, επί τρεις φορές την εβδομάδα τα παιδιά έρχονταν σε επαφή με την προσομοίωση 'Προσσελήνωση' (<http://phet.colorado.edu/el/simulation/lunar-lander>). Την πρώτη και δεύτερη φορά εισαγωγής της προσομοίωσης, τα παιδιά παρακολουθούσαν καθώς η νηπιαγωγός χρησιμοποιούσε το avatar σε όλες τις πιθανές του κινήσεις (απότομη πτώση, ομαλή πτώση, πτώση σε βράχους, ευθεία/πλάγια κίνηση). Ταυτόχρονα γίνονταν ερωτήσεις τύπου *Τι είναι αυτό;*, *Γιατί έπεσε;*, *Γιατί έσπασε/δεν έσπασε;*.

Στη προσομοίωση συμμετείχαν ομάδες των δύο παιδιών, τα οποία εναλλάσσονταν κάθε φορά ώστε να υπάρχει διαφορετική αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών. Οι ομάδες δηλαδή δεν αποτελούνταν από τα ίδια παιδιά κάθε φορά. Από την τρίτη φορά εισαγωγής της προσομοίωσης τα παιδιά πειραματίζονταν μόνα τους, για εννέα φορές το κάθε παιδί επί περίπου μισή ώρα το καθένα. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της προσομοίωσης ακολούθησε μια συζήτηση με το κάθε παιδί σχετική με το τι συνέβη και γιατί στη προσομοίωση, ενώ αργότερα έγινε και μια ομαδική συζήτηση. Στη συνέχεια αναφέρονται κάποια παραδείγματα από τη χρήση της προσομοίωσης κατά την πρώτη και τη δεύτερη φορά, καθώς και οι συζητήσεις με τα παιδιά.

Παιδιά Α., Σμ.

- Νηπιαγωγός 'Θα σας δείξω ένα παιχνίδι. Για ελάτε εδώ. Ξεκινάει η προσομοίωση.

Βάζω μια χαρτί και αφήνω το avatar να πέσει με δύναμη στη σελήνη. ' Τι συνέβη; Τι έγινε;

- Α. 'Χτύπησε'

- Νηπιαγωγός 'Ποιος χτύπησε;'

- Α. 'Το ρομπότ'

- Νηπιαγωγός 'Γιατί χτύπησε;'

- Α. 'Γιατί του τέλειωσε η μπαταρία'

- Νηπιαγωγός 'Τι αυτό λες;'

- Α. 'Ναι'

- Νηπιαγωγός 'Πού βρίσκεται αυτό το ρομποτάκι;'

- Α. 'Στο διάστημα'

- Νηπιαγωγός 'Σμ;'

- Σμ. 'Στο διάστημα'

- Νηπιαγωγός 'Πώς το καταλάβατε;'

- Α. 'Από τις διαστημικές πέτρες' τα παιδιά δείχνουν τις πέτρες στην προσομοίωση

Φάση αξιολόγησης

Η αξιολόγηση και των δυο ομάδων πραγματοποιήθηκε μέσα από δυο βασικά επίπεδα: την εικαστική απεικόνιση και τη πρόκληση πρόσκρουσης από τα ίδια τα παιδιά. Στην εικαστική απεικόνιση ζητήθηκε από τα παιδιά να ζωγραφίσουν κάτι το οποίο πέφτει και κάτι παθαίνει. Η πρόκληση πρόσκρουσης διεξήχθη μέσα από δυο δραστηριότητες.

Στην πρώτη δραστηριότητα τα παιδιά κλήθηκαν να κάνουν σε ένα στρογγυλό κομμάτι πλαστελίνης μια πολύ μεγάλη τρύπα και μια πολύ μικρή τρύπα με τη χρήση των δακτύλων τους. Στην δεύτερη τα παιδιά κλήθηκαν να ανεβάσουν και να κατεβάσουν με τη χρήση κορδέλας ένα κουτί γεμάτο με καραμέλες. Υπήρχαν δυο κατευθύνσεις:

- Να πέσουν οι καραμέλες από το κουτί
- Να μην πέσει καμία καραμέλα από το κουτί

Αποτελέσματα

Στην πρώτη φάση της αξιολόγησης, τα υποκείμενα κλήθηκαν να απεικονίσουν εικαστικά την ταχύτητα και τη πρόσκρουση. Στην πρόταση *Ζωγράφισε ένα αντικείμενο το οποίο πέφτει και κάτι παθαίνει* η πλειονότητα της ομάδας ελέγχου περιορίστηκε σε απεικονίσεις πετρών. Αντίθετα, τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας δημιούργησαν ένα εύρος απεικονίσεων. Αυτό αποτελεί μια ένδειξη ότι πράγματι η χρήση του συγκεκριμένου τρόπου διδασκαλίας, δεν περιορίζει τα υποκείμενα, αλλά αντίθετα τα βοηθά να κατανοήσουν σε μεγαλύτερο βάθος τα όσα διδάσκονται ενώ παράλληλα τους δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσουν στο μυαλό τους ένα εύρος αναπαραστάσεων. Αυτές οι αναπαραστάσεις δείχνουν ότι τα υποκείμενα μπόρεσαν να μεταβιβάσουν τις γνώσεις που έλαβαν και σε άλλα πλαίσια και να το γενικεύσουν. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν αρκετές διαφορετικές απεικονίσεις. Τα υποκείμενα ζωγράφισαν κύματα που καταστρέφουν τα πλοία, πλανήτες που πέφτουν και καταστρέφουν τα πλοία, βόμβες, μπουκάλια που σπάνε, αγγέλους που πέφτουν από τον ουρανό και χτυπάνε. Το αξιοσημείωτο είναι ότι σε κάθε απεικόνιση φαινόταν ή ειπωνόταν και το αποτέλεσμα αυτής. Τα υποκείμενα υποδείκνυαν ότι το αντικείμενο που έπεσε προκάλεσε μια καταστροφή. Αυτή η ρητή πρόταση και έκφραση της συνέπειας της ταχύτητας δείχνει μια κατάκτηση και κατανόηση των εννοιών οι οποίες διδάχθηκαν. Μπόρεσαν τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας αρχικά να κατανοήσουν την υπό διδαχή έννοια και αργότερα να μεταφέρουν τις γνώσεις τις οποίες έλαβαν σε άλλα πλαίσια και να δημιουργούν δικές τους υποθετικές καταστάσεις. Με άλλα λόγια τα υποκείμενα κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό τόσο την έννοια της *ταχύτητας* όσο και την έννοια της *συνέπειας της ταχύτητας*.

Ως αποτέλεσμα, τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας συνέδεσαν τις δύο έννοιες –της ταχύτητας και της πρόσκρουσης- , κατανόησαν τη σύνδεσή τους και στις απεικονίσεις τους έδειξαν ακριβώς αυτό το οποίο είχαν επιτύχει. Αντιθέτως, η ομάδα ελέγχου δε κατάφερε να κάνει αυτή τη μεταφορά. Αυτό αποτελεί ένδειξη της ελλιπούς κατανόησης τόσο των δυο εννοιών όσο και της μεταξύ τους σύνδεσης.

Επίσης, τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα ερευνών της Phet τα οποία σχετίζονταν με την κατανόηση και τη δημιουργία αναπαραστάσεων των υπό διδαχή εννοιών. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι η προσομοίωση προσέφερε πολλαπλές αναπαραστάσεις του φαινομένου και προσέφερε μεγαλύτερη κατανόηση αυτού. Ακόμα, οι μαθητές φαίνεται να μην κάνουν άμεση συσχέτιση των όσων έχουν μάθει με την προσομοίωση. Κάτι τέτοιο είναι θετικό για τη μαθησιακή διαδικασία καθώς απομακρύνεται από το στείο και παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς και αποδοχής της από τους μαθητές.

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα δείχνουν πόσο η χρήση της προσομοίωσης μπορεί να δώσει στα υποκείμενα τη δυνατότητα μιας βαθύτερης κατανόησης των εννοιών όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο αλλά επίσης και σε πρακτικό. Τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας μέσω των αναπαραστάσεών τους έδειξαν ότι μπορούν να μεταφέρουν τις έννοιες τις οποίες διδάχθηκαν και σε άλλα πλαίσια. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι παρόλο που η ομάδα ελέγχου δεν είχε καμία συσχέτιση με την προσομοίωση η οποία περιελάμβανε σαν πλαίσιο το διάστημα, στις απεικονίσεις της είχε πλανήτες και πέτρες οι οποίες έπεφταν από τον ουρανό. Αντίθετα, η πειραματική ομάδα η οποία ήρθε σε επαφή με το περιβάλλον του διαστήματος, στις απεικονίσεις της είχε ένα μεγάλο εύρος το οποίο δε συνδεόταν με το διάστημα. Αυτό αποδεικνύει το πόσο τα υποκείμενα αυτά μπορούν να κάνουν μεταφορά των εννοιών και σε άλλα πλαίσια.

Στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί φαίνεται η διαφορετικότητα των απεικονίσεων των δυο ομάδων.

ΕΙΚΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ	ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ
1. ΠΛΑΝΗΤΗΣ	3	0
2. ΠΕΤΡΕΣ ΠΟΥ ΠΕΦΤΟΥΝ (σε σπίτια, από τον ουρανό)	5	2
3. ΣΠΙΤΙ ΠΟΥ ΠΕΦΤΕΙ	1	1
4. ΟΡΜΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	0	2
5. ΑΓΓΕΛΟΣ ΠΟΥ ΕΠΕΣΕ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ	0	1
6. ΜΠΟΥΚΑΛΙΑ ΠΟΥ ΠΕΦΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ	0	1
7. ΜΠΑΛΕΣ ΠΟΥ ΠΕΦΤΟΥΝ	0	2
8. ΔΙΑΣΤΗΜΟΠΛΟΙΟ	1	2
9. ΒΟΜΒΑ	0	1
10. ΔΕ ΠΕΦΤΕΙ ΤΙΠΟΤΑ	0	1
11. ΧΙΟΝΙ	1	0
12. ΚΑΜΙΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ	2	0

Στη δεύτερη φάση, υπήρχαν δυο διαδικασίες αξιολόγησης. Στην πρώτη τα υποκείμενα κλήθηκαν να δημιουργήσουν σε ένα κομμάτι πλαστελίνης δυο τρύπες: μια μικρή και μια μεγάλη. Κατόπιν γινόταν η ερώτηση *Σε ποια τρύπα έβαλες περισσότερη δύναμη;*. Το 1/3 της ομάδας ελέγχου δεν έκανε καμία τρύπα. Από το υπόλοιπο δείγμα, 5 άτομα έκαναν και τις δυο τρύπες με το δείκτη ενώ 3 άτομα χρησιμοποίησαν διαφορετικό δάχτυλο για την κάθε τρύπα. Τα 2/3 της πειραματικής ομάδας χρησιμοποίησαν τον δείκτη για τη δημιουργία και των 2 τρυπών, και το υπόλοιπο δείγμα έκανε χρήση δυο δαχτύλων. Σε αυτή την ομάδα δεν υπήρχε κανένα υποκείμενο το οποίο δε δημιούργησε κάποια τρύπα.

Στην ερώτηση *Σε ποια τρύπα έβαλες περισσότερη δύναμη περισσότερα από τα μισά υποκείμενα της ομάδας ελέγχου (7 υποκείμενα από τα 12) δεν έδωσε καμία απάντηση. Το υπόλοιπο δείγμα απάντησε ότι έβαλε μεγαλύτερη δύναμη στη μεγάλη τρύπα. Στην πειραματική ομάδα όλο το δείγμα απάντησε ότι έβαλε περισσότερη δύναμη στη μεγάλη τρύπα. Κάποια υποκείμενα αναφέρουν *Στη μεγάλη τρύπα έσπρωξα δυο φορές το δάχτυλό μου, ενώ στη μικρή όχι.* Αυτός ο ρητός διαχωρισμός πίεσης του δαχτύλου υποδεικνύει ότι τα συγκεκριμένα υποκείμενα είχαν σαφή γνώση του τι ακριβώς έπρεπε να κάνουν για να πετύχουν το αποτέλεσμα το οποίο ήθελαν. Δεν εξετάστηκε το αν έγινε μια τρύπα αρκετά ή λίγο μεγάλη ή μικρή, αλλά συγκριτικά για το κάθε παιδί αν υπήρχε μια τρύπα μεγαλύτερη από την άλλη και πώς αυτή δημιουργήθηκε. Δεν υπήρχε δηλαδή ένα καθορισμένο εκατοστιαίο σημείο το οποίο θα έπρεπε να επιτύχει το κάθε υποκείμενο. Εξετάστηκε αφενός εάν για το κάθε κομμάτι πλαστελίνης υπήρχε μια μικρή και μια μεγάλη τρύπα και αφετέρου, με ποιο τρόπο το υποκείμενο το κατάφερε.*

Αυτό αναφέρεται διότι η έννοια του *μεγάλου* και του *μικρού* είναι μια έννοια η οποία και έχει κατακτηθεί ήδη σε αυτή την ηλικία, αλλά επίσης δεν είναι η έννοια η οποία διδάσκεται και ερευνάται στο συγκεκριμένο πείραμα. Αυτό το οποίο έχει σημασία είναι να ερευνηθεί εάν τα υποκείμενα κατανοούν *πώς* να κάνουν τη μεγάλη ή τη μικρή τρύπα, *πόση* δηλαδή *πίεση* θα ασκήσουν, *τι είδους πρόσκρουση* θα *προκαλέσουν*. Και οι δυο ομάδες παρουσίασαν επιτυχία στη δημιουργία των τρυπών, όπως ήταν αναμενόμενο. Αυτό το οποίο ερευνήθηκε ήταν το δεύτερο κομμάτι της δραστηριότητας, δηλαδή η απάντηση στην ερώτηση. Ουσιαστικά σε αυτό το σημείο επιβεβαιώνεται ότι τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας έχουν κατανοήσει το αποτέλεσμα το οποίο δημιουργεί μια πράξη και είναι σε θέση να το εκφράσουν και ρητά. Άλλωστε ήδη από τη πρώτη φάση της αξιολόγησης, στις απεικονίσεις τους τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας ενέταξαν το κομμάτι της συνέπειας, του αποτελέσματος χωρίς να τους ζητηθεί.

Ο ακόλουθος πίνακας περιλαμβάνει τα δεδομένα της δεύτερης φάσης της αξιολόγησης.

	ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ
ΧΡΗΣΗ 1 ΔΑΧΤΥΛΟΥ ΓΙΑ 2 ΤΡΥΠΕΣ	5	8
ΧΡΗΣΗ 2 ΔΑΧΤΥΛΩΝ ΓΙΑ 2 ΤΡΥΠΕΣ	3	4
ΚΑΜΙΑ ΤΡΥΠΑ	4	0
ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΔΥΝΑΜΗΣ	5	12
ΚΑΜΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	7	0

Συζήτηση

Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα μικρό δείγμα πληθυσμού. Λόγω του γεγονότος ότι η συγκεκριμένη έρευνα απαιτούσε δείγμα πληθυσμού προνηπιακής εκπαίδευσης, το οποίο θα απασχολείτο για το διάστημα ενός μήνα, ήταν εξαιρετικά δύσκολο να δοθεί συγκατάθεση αφενός από τους γονείς, και αφετέρου από τις εκπαιδευτικούς. Επομένως τα αποτελέσματα δε μπορούν να γενικευτούν, παρουσιάζουν όμως ένα ενδιαφέρον όσον αφορά στη μαθησιακή διαδικασία. Τα υποκείμενα της πειραματικής ομάδας υπέδειξαν διαφορετικούς τρόπους κατανόησης και ανταπόκρισης σε σχέση με τα υποκείμενα της ομάδας ελέγχου.

Όσον αφορά στη διαδικασία της έρευνας, ενδεχομένως να δημιουργούσε περισσότερο ενδιαφέρον και να έδινε κάποιες επιπρόσθετες πληροφορίες, μια αξιολόγηση των γνώσεων των υποκειμένων πριν ξεκινήσει η φάση της εκπαίδευσης. Θα μπορούσε με αυτό τον τρόπο να γίνει σύγκριση με την τελική αξιολόγηση και να διαπιστωθεί με πιο ασφαλή τρόπο η απόκτηση και κατανόηση των νέων δεδομένων.

Επίσης, η πειραματική ομάδα συμμετείχε σε δυο φάσεις εκπαίδευσης: στην κοινή εκπαίδευση και στην εκπαίδευση μέσω της προσομοίωσης. Κατά αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσε κάποιος να υποστηρίξει ότι η κατάκτηση των εννοιών από την πειραματική ομάδα δεν οφείλεται στη χρήση της προσομοίωσης αλλά στη συνολική διάρκεια της εκπαίδευσης και της χρήσης διαφορετικών μέσων. Ωστόσο, σχεδιάζοντας την έρευνα, θεωρήθηκε δίκαιο να έχουν και οι δυο ομάδες μια κοινή εκπαίδευση η οποία θα περιλάμβανε παραδείγματα τα οποία θα γνώριζαν όλοι οι συμμετέχοντες. Λόγω της μικρής ηλικίας των συμμετεχόντων, ήταν απαραίτητο να δοθεί αρχικά μια κοινή κατεύθυνση, μια αποσαφήνιση και εξήγηση των εννοιών τις οποίες παρουσίαζε η προσομοίωση.

Θα είχε ενδιαφέρον σε μια επανάληψη της έρευνας να χρησιμοποιηθεί και μια τρίτη ομάδα, η οποία θα δεχόταν εκπαίδευση μόνο μέσω της προσομοίωσης. Ωστόσο, το δείγμα της συγκεκριμένης έρευνας ήταν αρκετά μικρό ώστε να επιτρέψει το χωρισμό του πληθυσμού σε τρεις ομάδες.

Βιβλιογραφία

- Adams W. K. et al. (2008). *A Study of Educational Simulations Part I-Engagement and Learning*. Journal of Interactive Learning Research, Volume 19, Issue 3, pp. 397-419
- Adams W. K. (2010). *Student engagement and learning with PhET interactive simulations*. Department of Physics University of Colorado
- Alessi S. Simulation design for training and assessment. In: O'Neil H Jr, Andrews DH, eds. *Aircrew training and assessment*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000:197–222
- Γυφτοδήμος Γ. (2011). *Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων και Γνωσιακές - Εκπαιδευτικές Εφαρμογές*. Σημειώσεις Μαθήματος *Ειδικά Θέματα Πληροφορικής*
- Δαφέρμου Χ. κά. (2007). *Οδηγός Νηπιαγωγού. Εκπαιδευτικοί σχεδιασμοί. Δημιουργικά περιβάλλοντα μάθησης*. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων: Αθήνα
- Finkelstein N. (2006). *High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project*. Journal of Online Teaching and Learning
- Halstead. M. (2009). *Computers, Schools and Students. The Effects of Technology Computers*. Cedric Cullingford and Nusrat Haq: *Huddersfield, UK*
- Νικολοπούλου Κ. (2009). *Οι τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Προσχολική Εκπαίδευση. Ένταξη, χρήση και αξιοποίηση*. Εκδόσεις Πατάκη: Αθήνα
- Πρωτόπαπας Α. (2011). *Εισαγωγή στη Θεωρία και Μεθοδολογία της Γνωσιακής Επιστήμης*. Σημειώσεις μαθήματος *Γνωσιακή Επιστήμη*
- Perkins T., *An interactive optical tweezers simulation for science education*. National Institute of Standards and Technology and University of Colorado
- Selwyn N. (2011). *Schools and Schooling in the Digital Age. A critical analysis*. Routledge: Oxon
- ΤΕΚ (Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης (2011). *Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΦΑΣΗ ΚΟΙΝΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ: παραδείγματα

1^η δραστηριότητα: Συζήτηση στην παρεούλα

Τα παιδιά βρίσκονται στη γωνιά της παρέας κυκλικά. Εγώ κάθομαι δίπλα τους.

Ακολουθεί η παρακάτω στιχομυθία:

- *Νηπιαγωγός: 'Όταν είμαστε έξω στην αυλή και τρέχουμε, τι θα γίνει αν ένα παιδί πέσει πάνω σε ένα άλλο;'*

- *Αγ. 'Θα κουτουλήσουν.'*

- *Π. 'Θα κλαίνε.'*

- *Νηπιαγωγός 'Γιατί θα κλαίνε;'*

- *Γ. Χρ. 'Γιατί θα πονάνε.'*

- *Νηπιαγωγός 'Για ποιο λόγο θα πονάνε;'*

- *Γ. Χρ. 'Γιατί τρέχουν και κουτουλήσανε.'*

- *Νηπιαγωγός 'Αν τα παιδιά δεν έτρεχαν, θα κουτουλούσαν;'*

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Όχι'.

- *Νηπιαγωγός 'Αν τα παιδιά δεν έτρεχαν αλλά έπεφτε το ένα στο άλλο, θα πόναναν;'*

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Ναι'.

- *Νηπιαγωγός 'Όταν τρέχουμε και πέφτουμε ο ένας πάνω στον άλλον και όταν περπατάμε και πέφτουμε ο ένας πάνω στον άλλον, πονάμε το ίδιο;'*

Τα περισσότερα παιδιά απαντούν 'Όχι'.

- *Νηπιαγωγός 'Πότε πονάμε περισσότερο;'*

- *Π. 'Όταν τρέχουμε'*

Λεκτικό παράδειγμα για αεροπλάνα

Καθόμαστε στην παερούλα και ρωτάω τα παιδιά 'Εάν ψηλά στον ουρανό έχει ένα αεροπλάνο γεμάτο με μπαλόνια και ζαφνικά πέσει, τι θα γινόταν;

-Δν. 'Θα έσπαγε και τα μπαλόνια θα έφευγαν.'

- Μ.Π. 'Και αν είχε μπαλόνια θα έσπαγαν τα μπαλόνια.'

-Δς. 'Ναι σαν τη μπαλονοχώρα.'

4^η δραστηριότητα: Παράδειγμα με τη χρήση πλαστελίνης

Τα παιδιά κάθονται στη γωνιά της παερούλας. Η νηπιαγωγός κρατά στα χέρια της λίγη πλαστελίνη με την οποία φτιάχνει ένα σκουλήκι. Ρωτά τα παιδιά τι θα συμβεί αν τη ρίξει κάτω. Κάποια παιδιά απαντούν ότι δε θα πάθει τίποτα ενώ κάποια άλλα απαντούν ότι θα χαλάσει. Η νηπιαγωγός ρίχνει το σκουλήκι και εκείνο χαλά.

-Π. 'Χάλασε!'

-Νηπιαγωγός 'Γιατί χάλασε;'

-Ξ. 'Γιατί το έριξες κάτω'

-Νηπιαγωγός 'Αν το έριχνα από πιο χαμηλά θα χάλαγε;'

Ακούγονται θετικές και αρνητικές απαντήσεις. Η νηπιαγωγός ξαναφτιάχνει ο σκουλήκι και το πετά από ένα πολύ μικρό ύψος. Το σκουλήκι δε χαλά.

-Α. 'Δε χάλασε τώρα.'

-Νηπιαγωγός 'Γιατί δε χάλασε τώρα; Τι έγινε;'

-Π. 'Το πέταξες λίγο. Γι αυτό.'

-Νηπιαγωγός 'Τι εννοείς το πέταξα λίγο;'

-Π. '.. Το πέταξες από κάτω. Γι αυτό'

-Νηπιαγωγός 'Εννοείς ότι το πέταξα από χαμηλό ύψος, δηλαδή όχι από ψηλά. Και γιατί δε χάλασε, αφού πάλι το έριξα;'

-Δς 'Γιατί δε πρόλαβε.'

ΦΑΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ-ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΣΥΖΗΤΗΣΕΙΣ

Παιδιά Γ.Χ.

-Νηπιαγωγός 'Τι είναι αυτό εδώ'

- Γ.Χ 'Εγώ το βλέπω αστροναύτη'

-Νηπιαγωγός 'Και πού είναι αυτός ο αστροναύτης;'

- Γ.Χ. 'Στις πέτρες'

- Νηπιαγωγός 'Και τώρα τι γίνεται'' (το avatar έχει αναπτύξει ταχύτητα και πηγαίνει προς τα πάνω)

- Γ.Χ. 'Πάει πάνω'

- Νηπιαγωγός 'Γιατί''

- Γ.Χ. 'Γιατί βγάζει φωτιά'

(Το avatar εξαφανίζεται από την οθόνη και το παιδί πατάει το κάτω βελάκι για να κατέβει και να εμφανιστεί πάλι. Μετά από λίγα δευτερόλεπτα το avatar επιστρέφει και πέφτει με δύναμη οπότε διαλύεται)

Νηπιαγωγός 'Ωχ! Τι έγινε;'

- Γ.Χ. 'Χάλασε.'

- Νηπιαγωγός 'Γιατί χάλασε;'

- Γ.Χ. 'Γιατί πήγαινε γρήγορα'

- Νηπιαγωγός 'Αν πήγαινε αργά θα χάλαγε;'

- Γ.Χ. 'όχι'

- Νηπιαγωγός 'Για να δούμε' (βάζω το avatar να πέσει με χαμηλή ταχύτητα)
- Χάλασε;
- Γ.Χ. 'Όχι'
- Νηπιαγωγός 'Γιατί;
- Γ.Χ. 'Γιατί πήγαινε αργά'

ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΣΥΖΗΤΗΣΕΙΣ

ΠΑΙΔΙ Κ.

- Νηπιαγωγός 'Θυμάσαι ένα παιχνίδι που παίζαμε στον υπολογιστή;
- Κ 'Ναι'
- Νηπιαγωγός 'Τι παιχνίδι ήταν αυτό;'
- Κ 'Αυτό ήταν ένα ρομπότ'
- Νηπιαγωγός 'Θυμάσαι που έπεφτε;' ... 'Γιατί έπεφτε;'
- Κ 'Γιατί πήγαινε πολύ γρήγορα'
- Νηπιαγωγός 'Και τι πάθαινε που πήγαινε πολύ γρήγορα;'
- Κ 'Έσπαγε'
- Νηπιαγωγός 'Κι όταν πήγαινε πολύ αργά;'
- Κ 'Δεν έσπαγε'
- Νηπιαγωγός 'Μόνο τα ρομπότ σπάνε;'
- Κ 'Όχι'
- Νηπιαγωγός 'Για πες μου κάτι που σπάει'
- Κ 'Όταν τα πετάμε πολύ γρήγορα'
- Νηπιαγωγός 'Όταν πετάμε τι πολύ γρήγορα;'
- Κ 'Ένα παιχνίδι... εγώ το έσπασα. Το πέταξα πολύ γρήγορα και έσπασε.
- Νηπιαγωγός 'Αν το πέταγες πιο αργά θα έσπαγε;'

- Κ 'Όχι'

-Νηπιαγωγός 'Γιατί το πέταξες τόσο γρήγορα;'

Το κορίτσι χαμογελά

-Νηπιαγωγός 'Θέλεις να μου πεις κάτι άλλο;'

- Κ 'Και τα χαρτιά σπάνε'

-Νηπιαγωγός 'Πώς σπάνε;'

- Κ 'Αν τα πετάξεις από πάνω'

-Νηπιαγωγός 'Έχεις πετάξει χαρτιά από πάνω και έσπασαν;'

- Κ 'Ναι, στη θάλασσα'

-Νηπιαγωγός 'Α στη θάλασσα. Αν δε τα πέταγες στη θάλασσα, θα έσπαγαν;'

- Κ 'Όχι'

ΟΜΑΔΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

-Νηπιαγωγός 'Θέλω να μου πείτε σε αυτό το παιχνίδι που παίζαμε, τι βλέπαμε..'

- Μ. 'Διαστημόπλοιο'

-Νηπιαγωγός 'Είχε ένα διαστημόπλοιο... Και τι πάθαινε αυτό το διαστημόπλοιο;'

- Κ. 'Έσπαγε'

-Νηπιαγωγός 'Έσπαγε συνέχεια;'

- Όλα τα παιδιά 'Όχι!!!'

-Νηπιαγωγός 'Πότε έσπαγε;'

- Χ. 'Όταν έπεφτε γρήγορα'

-Νηπιαγωγός 'Δηλαδή όταν πήγαινε γρήγορα έσπαγε.. Να ρωτήσω κάτι.. Αυτό γίνεται μόνο στα διαστημόπλοια;'

- Όλα τα παιδιά 'Όχι!!!'

- Α. 'Γίνεται και στα ρομπότ'

ΦΑΣΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1^Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΕΙΚΑΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Γ: Ένα σπίτι που πέφτει και σπάει, σπάει, σπάει.

Α.: 1. Μια θάλασσα που μπήκε μέσα από τα παράθυρα του караβιού και πήρε όλα τα πράγματα.

2. Ένας άγγελος που έφυγε από πάνω και έπεσε πάνω σε ένα κουτί με δύναμη και έσπασε με δύναμη και βγήκε ένα πρόβατο.

Γ.Χ.: Ένας πύραυλος που πέφτει κάτω και πηγαίνει γρήγορα και σπάει.

Δ.: Βράχοι που πέφτουν και σπάνε.

Κ.: Ένα διαστημόπλοιο που πέφτει και σπάει.

Μ.Π.: Βράχοι που κουνιούνται και πέφτουν και σπάνε.

Ξ.: Μπουκάλια που πέφτουν και σπάνε.

Π.: Δε πέφτει τίποτα.

Ν.: Μπαλίτσες που πέφτουν, είναι δυνατές και σπάνε.

Δς.: Πέφτει μια βόμβα.

Χ.: Μια μπάλα που πέφτει και κάνει δυνατό θόρυβο.

Σμ.: Ένα κύμα.

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΠΝ: Ένας πλανήτης που σπάει όταν πέφτει.

Μ.Δ.: Πέτρες που πέφτουν και μπορεί να χτυπήσουν τα παιδιά.

Γ.Χρ.: Χιόνι που πέφτει.

Θ: Μια πέτρα στο χιόνι που πέφτει στον Πλούτωνα και σπάει ο Πλούτωνας.

Η.: Ένα σπίτι και ένα δέντρο.

Ε.: Μια πέτρα που πέφτει στο πάρτυ, σπάει το πάτωμα και σπάει και η πέτρα.

Σ.: Μια γραμμή.

Κνα: Μια πέτρα που πέφτει και σκοτώνει τους ανθρώπους.

Κνος: Ένας πλανήτης που σπάει όταν πέφτει.

Δν: Μια πέτρα που πέφτει από ψηλά και θα σπάσει.

Κ.: Ένας πύραυλος που πέφτει και κάνει ζημιά.

2^Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΚΑΡΑΜΕΛΕΣ

Στην 1^η φάση της αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκε ένα μεταλλικό κουτί γεμάτο με καραμέλες. Το κουτί αυτό είχε δεθεί με μεγάλες κορδέλες ώστε κρατώντας αυτές να το ανεβάζουμε και να το κατεβάζουμε. Κάθε παιδί κλήθηκε να κατεβάσει το κουτί έτσι ώστε στη μια περίπτωση οι καραμέλες να μη πέσουν από το κουτί, και στην άλλη περίπτωση, να πέσουν από το κουτί.

-Νηπιαγωγός ‘Από ότι βλέπετε, το κουτί είναι τόσο γεμάτο με καραμέλες και είναι πολύ εύκολο να πέσουν κάτω. Εάν το ρίξω με δύναμη κάτω, θα πέσουν οι καραμέλες;’

- Δς. ‘Ναι’

- Ξ. ‘Αν το ρίξεις με φόρα θα πέσουν κάτω’

-Νηπιαγωγός ‘Εάν το ρίχνω αργά-αργά θα πέσουν;’

- Παιδιά ‘Όχι’

-Νηπιαγωγός ‘Είστε σίγουροι;’

- Παιδιά ‘Ναι’

-Νηπιαγωγός ‘Να έρθει ένα παιδί... έλα Α... Θέλω να το ρίξεις κάτω έτσι ώστε να μη πέσει καμία καραμέλα κάτω’

Ο Α. κατεβάζει το κουτί σιγά-σιγά και δε του πέφτει καμία καραμέλα.

-Νηπιαγωγός ‘Τέλεια! Ένα μεγάλο χειροκρότημα στον Α.’...

‘Να έρθει ο Γν. και να σηκώσει το κουτί χωρίς να πέσει καμία καραμέλα κάτω’

Ο Γν. ανεβάζει σιγά-σιγά το κουτί και δε πέφτει καμία καραμέλα κάτω’

-Νηπιαγωγός ‘Μπράβο Γν. Ένα μεγάλο χειροκρότημα στο Γν.’

‘Έλα Μ.Π. Θέλω να κατεβάσεις το κουτί και να σου πέσουν οι καραμέλες. Χωρίς να αφήσεις τις κορδέλες όμως!’

Η Μ.Π. κατεβάζει γρήγορα το κουτί και τις πέφτουν οι καραμέλες

-Νηπιαγωγός 'Γιατί της έπεσαν οι καραμέλες;'

-Ν. 'Γιατί το έριξε με φόρα!'

Στη συνέχεια καλώ ένα-ένα κάθε παιδί να επιλέξει και να δοκιμάσει εάν θέλει να του πέσουν η όχι οι καραμέλες.

-Νηπιαγωγός 'Μήπως αυτό που κάναμε σας θυμίζει κάτι;'

- Δς. 'Εμένα μου θυμίζει ότι το κάναμε έτσι' *Κατεβάζει με δύναμη το χέρι του κάτω.*

-Νηπιαγωγός 'Ωραία. Άλλος;'

- Η. 'Εμένα μου θυμίζει ότι κάτι πέφτει κάτω δυνατά'

-Νηπιαγωγός 'Τέλεια! Και όταν πέφτει κάτι κάτω δυνατά τι συμβαίνει;'

- Γν. 'Σπάει'

-Νηπιαγωγός 'Σπάει! Μπράβο! Γιατί γίνεται αυτό;'

-Γν 'Άμα ήμουν μια πέτρα και έπεφτα δυνατά δε θα έσπαγα τα σπίτια;'

-Νηπιαγωγός 'Αν ήσουν μια πέτρα και έπεφτες δυνατά θα έσπαγες τα σπίτια. ΑΝ έπεφτες αργά θα τα έσπαγες;'

- Γν 'Όχι'

-Νηπιαγωγός 'Θέλετε να μου πείτε και κάτι άλλο;'

- Γ. 'Όταν έπεφτε κάτω... Έπεφταν και οι καραμέλες και γινόταν μπαααμ!'

-Νηπιαγωγός 'Έπεφταν συνέχεια οι καραμέλες;'

- Παιδιά 'Όχι'

-Νηπιαγωγός 'Πότε δεν έπεφταν;'

- Χ 'Όταν το κάναμε σιγά'

-Νηπιαγωγός 'Ναι Χ. όταν το κάναμε σιγά'

- Δς. 'Κι έπεφταν όταν το κάναμε με φόρα'

-Νηπιαγωγός 'Ναι Δς. Μπράβο!'

3Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΧΡΗΣΗ ΠΛΑΣΤΕΛΙΝΗΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Δ.: Έκανε τη μεγάλη τρύπα με τον αντίχειρα και τη μικρή τρύπα με το μικρό δάχτυλο. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη απαντά 'στη μεγάλη'.

Δς: Με το δείκτη κάνει και τις δυο τρύπες, αλλά στη μεγάλη τρύπα πιέζει περισσότερο το δάχτυλό του. Όταν ρωτάται 'σε ποια τρύπα έβαλες περισσότερη πίεση;' απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Χ.: Κάνει με το δείκτη και τη μεγάλη και τη μικρή τρύπα, αλλά στη μεγάλη τρύπα βάζει περισσότερη δύναμη. Όταν ρωτάται 'σε ποια τρύπα έβαλες περισσότερη δύναμη;' απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Π.: Κάνει με το δείκτη τη μεγάλη τρύπα και με το μικρό δάχτυλο κάνει τη μικρή τρύπα. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε πιο πολύ δύναμη απαντά 'στη μεγάλη'.

Γ.: Κάνει τη μεγάλη τρύπα με το δείκτη και τη μικρή τρύπα με το μικρό δάχτυλο. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Α.: Κάνει με το δείκτη τη μεγάλη τρύπα, πιέζοντας το δάχτυλό του και γυρνώντας γύρω-γύρω τη πλαστελίνη. Με το δείκτη κάνει και τη μικρή τρύπα χωρίς να πιέζει. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Κ.: Κάνει με το δείκτη τη μεγάλη τρύπα και το μικρό δάχτυλο για τη μικρή τρύπα. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Σμ.: Χρησιμοποιεί το δείκτη για να κάνει τη μεγάλη τρύπα και το μικρό δάχτυλο για να κάνει τη μικρή τρύπα. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, απαντά 'στη μεγάλη'.

Γ.Χ.: Ξεκινάει να κάνει τη μεγάλη τρύπα με όλα τα δάχτυλα, αλλά τελικά χρησιμοποιεί τον δείκτη και για τις δυο τρύπες. Στη μεγαλύτερη τρύπα βάζει περισσότερη δύναμη. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε μεγαλύτερη δύναμη απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Ξ.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και για τις δύο τρύπες. Στη μεγάλη τρύπα βάζει περισσότερη δύναμη και χρησιμοποιεί δυο φορές το δάχτυλό του. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, απαντά 'στη μεγάλη τρύπα και έβαλα δυο φορές το δάχτυλό μου'.

Μ.Π.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και για τις δυο τρύπες. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, λέει 'Στη μεγάλη τρύπα έβαλα πιο δυνατά το δάχτυλό μου, ενώ στη μικρή όχι'.

Ν.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και για τις δύο τρύπες. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, λέει 'Στη μεγάλη τρύπα έβαλα μέσα-μέσα το δάχτυλό μου, ενώ στη μικρή έξω'.

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σφ.: Κοιτάει την πλαστελίνη και τη γυρνά γύρω-γύρω. Τελικά δε κάνει κάποια τρύπα.

Γ.Χρ.: Ρωτάει ξανά τι να κάνει. Κάνει με το δείκτη και τις δυο τρύπες, πιέζοντας περισσότερο στη μεγάλη τρύπα. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, με κοιτά και χαμογελά. Ξαναγίνεται η ερώτηση και απαντά 'στη μεγάλη'.

Πν.: Κάνει τη μεγάλη τρύπα με τον αντίχειρα και τη μικρή τρύπα με το μικρό δάχτυλο. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Ε.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και τις δυο τρύπες, βάζοντας περισσότερη δύναμη στη μεγάλη τρύπα. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε μεγαλύτερη δύναμη, απαντά 'στη μεγάλη τρύπα'.

Κ.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και για τις δύο τρύπες. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη με κοιτά. Χρειάζεται να επαναληφθεί δυο φορές η ερώτηση για να δοθεί η απάντηση 'στη μεγάλη τρύπα'.

Μ.Δ.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και για τις δυο τρύπες. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, δείχνει το δάχτυλό της.

Κ.Κ.: Χρησιμοποιεί για τη μεγάλη τρύπα το δείκτη και για τη μικρή τρύπα το μικρό του δάχτυλο. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, με κοιτάει χωρίς να μιλήσει.

Θ.: Χρησιμοποιεί το δείκτη και για τις δυο τρύπες. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, απαντά 'Στη μεγάλη τρύπα έβαλα τη μεγάλη μου δύναμη και στη μικρή τρύπα έβαλα τη μικρή μου δύναμη'.

Δν.: Χρησιμοποιεί το δείκτη για τη μεγάλη τρύπα και το μικρό δάχτυλο για τη μικρή τρύπα. Όταν ρωτάται σε ποια τρύπα έβαλε περισσότερη δύναμη, λέει 'Στη μεγάλη'.