



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΦΛΩΡΙΝΑΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

**Εκπαιδευτική Ρομποτική για τη δημιουργία απτών προσομοιώσεων:
ένας χώρος μικτής πραγματικότητας για την εκμάθηση του κύκλου
της ημέρας / νύχτας**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΗΣ ΕΛΕΝΗΣ ΖΟΥΜΠΟΥΡΤΙΚΟΥΔΗ

Επιβλέπων: Γεώργιος Παλαιγεωργίου

ΦΛΩΡΙΝΑ 2019

Φύλλο Εξέτασης

1. Επόπτης: _____

Βαθμός: _____

Υπογραφή: _____ Ημερομηνία: _____

2. Δεύτερος Βαθμολογητής: _____

Βαθμός: _____

Υπογραφή: _____ Ημερομηνία: _____

Γενικός Βαθμός: _____

Ο/ η συγγραφέας 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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Οι Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση	7
1.2 Τι είναι ρομπότ;.....	8
1.2.1 Η ιστορία του ρομπότ.....	9
1.2.2 Βασικά στοιχεία του ρομπότ	11
1.2.3 Χρήση ρομπότ.....	11
1.2.4 Είδη ρομπότ.....	12
1.3 Ρομποτική.....	14
1.3.1 Εκπαιδευτική Ρομποτική.....	15
1.3.2 Θεωρητικό υπόβαθρο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.....	16
1.3.3 Γιατί να διδάξω με Lego Mindstorms;	18
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	20
2.1 Το Ηλιακό σύστημα	20
2.2 Το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας	21
2.2.1 Πως προκύπτει το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας;.....	21
2.2.2 Επιστημονικές μελέτες γύρω από το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας/ νύχτας.....	23
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	33
3.1 Εκπαιδευτικό σενάριο	33
3.2 Συμμετέχοντες.....	33
3.3 Υλικά έρευνας.....	34
3.4 Εργαλεία συλλογής δεδομένων	36
3.5 Διαδικασία.....	37
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	49
4.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων	49
4.2 Αποτελέσματα συνεντεύξεων.....	50
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	54

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διδασκαλία της Αστρονομίας ενισχύεται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών, οι οποίες ενισχύουν την κριτική σκέψη, καθώς και τα κίνητρα των παιδιών για μάθηση. Σκοπός αυτής της έρευνας ήταν να μελετήσει και να αξιολογήσει ένα διδακτικό σενάριο, βασισμένο στη μεικτή πραγματικότητα και την Εκπαιδευτική Ρομποτική, για την εκμάθηση του φαινομένου του κύκλου της ημέρας / νύχτας. Οι συμμετέχοντες ήταν δεκαέξι (16) μαθητές της Ε' και Στ' τάξης από πέντε διαφορετικά Δημοτικά Σχολεία της Φλώρινας. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από ερωτηματολόγια, που συμπληρώθηκαν πριν και αμέσως μετά τη διεξαγωγή της παρέμβασης, από σύντομες αξιολογήσεις του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και από ημι – δομημένες συνεντεύξεις. Τα ευρήματα έδειξαν, ότι ένα παιχνίδι απτών προσομοιώσεων ενδέχεται να γίνει ένα στερεό υπόβαθρο, προκειμένου να μεταβιβαστεί αποτελεσματικά η νέα γνώση και να επαναξιολογηθεί η προϋπάρχουσα.

Λέξεις – κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, μεικτή πραγματικότητα, απτές προσομοιώσεις, αστρονομία, κύκλος ημέρας / νύχτας.

ABSTRACT

Astronomy teaching is reinforced with the use of new technologies to a great extent. New Technologies enhance critical thinking as well as child motivation for learning. The purpose of this research was to study and assess a teaching scenario on the learning of the day/night cycle phenomenon, based on mixed reality and Educational Robotics. The participants were sixteen (16) primary school students (5th and 6th grade), from five (5) different schools in Florina. The data were collected by means of designed questionnaires, which were before and right after answered after the completion of short-term conducted educational assessments and semi-structured interviews. The findings showed that a tangible simulation game may become a solid background in order to transfer knowledge and reassessed the previous one.

Keywords: educational robotics, mixed reality, tangible simulations, astronomy, day/night cycle

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κατανόηση και η εξήγηση ποικίλων αστρονομικών φαινομένων αποτελεί μια δύσκολη υπόθεση για πολλούς ανθρώπους, πόσο μάλλον για τα παιδιά. Ένα από αυτά τα φαινόμενα είναι αυτό του κύκλου της ημέρας / νύχτας, το οποίο έχει δημιουργήσει σημαντικές παρανοήσεις στους μαθητές.

Γι' αυτό τον λόγο, αποφασίσαμε να ασχοληθούμε στην έρευνά μας με τη διδασκαλία της Αστρονομίας, συνδυάζοντάς την με τη χρήση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Ο νέος τομέας της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, ο οποίος συνδέεται με τις Νέες Τεχνολογίες, ενισχύει την κριτική σκέψη, καθώς και τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών, συμβάλλοντας παράλληλα στην προώθηση της ομαδικής συνεργασίας τους.

Σ' αυτό το σημείο οφείλω να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους, οι οποίοι έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχημένη διεκπεραίωση της παρούσας έρευνας. Χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους, το έργο για την ολοκλήρωση της μελέτης θα φάνταζε εξαιρετικά δύσκολο, έως και ακατόρθωτο.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Ξεφτέρη Στέφανο, καθηγητή Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, ο οποίος βοήθησε σημαντικά στην οργάνωση και στον συντονισμό της έρευνας και μου μετέδωσε την αγάπη του για την τεχνολογία και τα ρομπότ, αλλάζοντας ριζικά την επαγγελματική μου πορεία.

Επίσης, τον κ. Παλαιγεωργίου Γεώργιο, επιβλέπων καθηγητή της πτυχιακής εργασίας, ο οποίος μου έδωσε τα κατάλληλα κίνητρα και εφόδια, ώστε να φέρω εις πέρας το έργο που είχα αναλάβει και φρόντισε σε μεγάλο βαθμό να είναι ολοκληρωμένο και πλούσιο το παιδαγωγικό περιεχόμενο της διδακτικής παρέμβασης.

Ακόμη, τον Θεολόγο Ηλία, συμφοιτητή μου στο Π.Τ.Δ.Ε., ο οποίος συμμετείχε ενεργά στο στήσιμο του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, τόσο την ημέρα του «4^{ου} Φεστιβάλ Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», όσο και την ημέρα της τελικής διεξαγωγής του πειράματος.

Τέλος, τους φίλους και την οικογένειά μου, ειδικότερα την μητέρα μου, οι οποίοι με την ψυχολογική τους κυρίως υποστήριξη, μου έδιναν τεράστια αποθέματα δύναμης, προκειμένου να τα καταφέρω.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οι Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί, ότι πολλές οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες επιχειρούν –ταυτόχρονα με το μάθημα της Πληροφορικής– να εισάγουν τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών (ΤΠΕ) στη διδασκαλία των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων του αναλυτικού προγράμματος (Σχορετσανίτου και Βεκύρη, 2010). Η σπουδαιότητα αυτών οδήγησε σε διάφορες προσπάθειες προσέγγισης της ερμηνείας τους, καθώς δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός (Τάσση, 2014, όπως αναφέρεται στο Καμηλάρη και Σιάκουλη, 2016).

Σύμφωνα με τον Κόμη (2004), ως Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ορίζονται «οι τεχνολογίες που επιτρέπουν την επεξεργασία και τη μετάδοση μιας ποικιλίας των μορφών αναπαράστασης της πληροφορίας (σύμβολα, εικόνες, ήχοι, βίντεο) και αφετέρου τα μέσα που είναι φορείς αυτών των άυλων μηνυμάτων». Ακόμη, με βάση την Εταιρεία Πληροφοριακής Τεχνολογίας της Αμερικής ορίζονται ως «μελέτη, σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή, υποστήριξη ή διαχείριση των πληροφοριακών συστημάτων που βασίζονται στην υπολογιστική τεχνολογία και συγκεκριμένα στις εφαρμογές λογισμικού (software) και υλικού (hardware) των ηλεκτρονικών υπολογιστών» (Πρέζας, 2003, όπως αναφέρεται στο Παλάζη, 2014).

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ΤΠΕ που ευνοούν τη μάθηση είναι: α) η αύξηση του ενδιαφέροντος και των κινήτρων για μάθηση, μέσα από θετικές εμπειρίες που παρέχει η εκπαιδευτική χρήση των Νέων Τεχνολογιών στο σχολείο (Βοσνιάδου, 2006, όπως αναφέρεται στο Καμηλάρη και Σιάκουλη, 2016), β) η οπτικοποίηση της πληροφορίας, δηλαδή η χρήση εικόνων και γ) η αυθεντικότητα των δραστηριοτήτων της σχολικής μάθησης, δηλαδή τα σχολικά έργα τα οποία ο μαθητής κρίνει ως χρήσιμα και εκτός σχολείου (Βοσνιάδου, 2006, Χρονάκη, Αλιμήση, 2011).

Σε διεθνές επίπεδο, η εισαγωγή των ΤΠΕ στην εκπαίδευση πραγματοποιήθηκε τη δεκαετία του 1970 με τη μορφή γνωριμίας των μαθητών με τις Νέες Τεχνολογίες (Κυρίδης, Δρόσος και Ντίνας, 2005). Στην Ελλάδα, εισήχθησαν αργότερα, κατά τη

δεκαετία του 1980 στα Επαγγελματικά Λύκεια, στη συνέχεια στα Πολυκλαδικά και τέλος στα Ενιαία Λύκεια. Αξίζει να σημειωθεί, ότι μέχρι τα μέσα του 1990 δεν γίνεται καμία αναφορά για εισαγωγή Νέων Τεχνολογιών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Έτσι, το 2001 το τμήμα Πληροφορικής του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου εισηγείται την ένταξη των Νέων Τεχνολογιών στην Πρωτοβάθμια και Προσχολική Αγωγή. Αργότερα, εγκρίνεται το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ), το οποίο εισάγει τη χρήση του υπολογιστή, ως διεπιστημονικού εργαλείου προσέγγισης της γνώσης που διατρέχει όλα τα γνωστικά αντικείμενα.

Σήμερα, η μάθηση δεν λαμβάνει χώρα μόνο σε σχολικές τάξεις και δεν περιορίζεται σε χαρτί και μολύβι. Με την τεχνολογία, τα παιδιά συνηθίζουν να χρησιμοποιούν έναν υπολογιστή ή μια κινητή συσκευή και να αξιοποιούν εκπαιδευτικές ηλεκτρονικές εφαρμογές (apps) σε αυτά. Τα βιντεοπαιχνίδια, οι ηλεκτρονικές εφαρμογές εκμάθησης, τα κοινωνικά δίκτυα και η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρουν περισσότερη δράση και αλληλεπίδραση, που οδηγούν σε εξερεύνηση και σε παρακίνηση (Qian, 2017).

1.2 Τι είναι ρομπότ;

Ρομπότ (robot) ονομάζεται οποιαδήποτε μηχανική συσκευή που μπορεί να υποκαθιστά τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες. Ένα ρομπότ μπορεί να δράσει κάτω από τον απευθείας έλεγχο ενός ανθρώπου ή αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός λογισμικού.

Το Ινστιτούτο Ρομπότ των ΗΠΑ υποστηρίζει, ότι ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη, πολύ-λειτουργική, χειριστική διάταξη, σχεδιασμένη για τη μετακίνηση υλικών, εξαρτημάτων, εργαλείων και εξειδικευμένων διατάξεων, μέσω μεταβλητών, προγραμματισμένων κινήσεων για την εκτέλεση μιας σειράς εργασιών.

Τα ρομπότ μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται σε εργασίες που είναι δύσκολες, επικίνδυνες ή αδύνατο να πραγματοποιηθούν από άνθρωπο και βέβαια σε επαναλαμβανόμενες εργασίες ακριβείας στις αλυσίδες παραγωγής. Εκτελούν τις εργασίες γρηγορότερα ή φθηνότερα απ' ότι ο άνθρωπος.

Η συνήθης εικόνα των ρομπότ είναι είτε αυτή των ρομποτικών βραχιόνων στα εργοστάσια (π.χ. συναρμολόγησης αυτοκινήτων), είτε εκείνη των ανθρωπόμορφων ρομπότ (ανδροειδών) με αισθητήρες όρασης, ακοής κλπ., που οι κατασκευαστές επιδιώκουν να μοιάζουν και στη συμπεριφορά τους στον άνθρωπο.

Ετυμολογικά, η λέξη ρομπότ προέρχεται από την τσέχικη λέξη “robota” (ρομπότα), που σημαίνει υποτέλεια, η οποία με τη σειρά της προέρχεται από τη λέξη “rabu”, που σημαίνει σκλάβος. Καθιερώθηκε ως όρος με τη σημερινή του έννοια το 1920 από τον Τσεχοσλοβάκο θεατρικό συγγραφέα Κάρελ Τσάπεκ στο έργο του “R.U.R.” (Rossum’s Universal Robots), όπου σατιρίζει την εξάρτηση της κοινωνίας από τους μηχανικούς εργάτες (ρομπότ) της τεχνολογικής εξέλιξης και που τελικά εξοντώνουν τους δημιουργούς τους. Σε πολλές σύγχρονες σλαβικές γλώσσες (π.χ. την πολωνική) χρησιμοποιείται σαν έκφραση της καθημερινότητας με την έννοια της σκληρής δουλειάς.

1.2.1 Η ιστορία του ρομπότ

Από την Ελληνιστική Εποχή γίνεται λόγος για κατασκευές, οι οποίες είναι αυτόνομες και διαθέτουν μηχανικό προγραμματισμό. Ωστόσο, οι πρώτες λειτουργικές ρομποτικές συσκευές άρχισαν να κατασκευάζονται από τον 17^ο με 18^ο αιώνα και μετά.

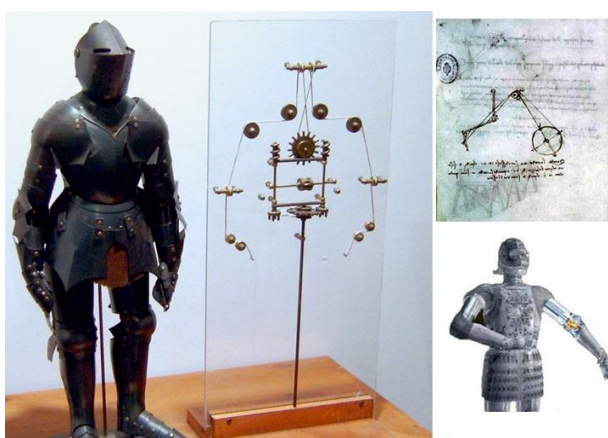
Αρχικά, ο αρχαιότερος γνωστός αυτοματισμός είναι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, αναλογικός, μηχανικός υπολογιστής και όργανο αστρονομικών παρατηρήσεων. Επιπλέον, ο Αρχύτας από τον Τάραντα (428 – 347 π. Χ.) λέγεται ότι κατασκεύασε μια ιπτάμενη «περιστέρα», που κινούνταν με ατμό και η οποία κατάφερε να πετάξει 200 μέτρα, με βάση τις ιστορικές πηγές της εποχής. Ακόμη, ο Ήρων ο Αλεξανδρινός (10 – 70 μ. Χ.), Έλληνας φιλόσοφος και πατέρας της σύγχρονης ρομποτικής, κατασκεύασε μια βρύση που έτρεχε αυτόματα νερό, πύλες ναού που άνοιγαν μόνες τους, βωμούς που μπορούσαν να κινούνται με κάποιο πρόγραμμα κλπ.

Κατά τον Μεσαίωνα, ο Λέων ο Μαθηματικός (790 - 869 μ. Χ.) δημιούργησε τον χρυσό και μηχανικό θρόνο του αυτοκράτορα Θεόφιλου, του οποίου η κύρια

λειτουργία ήταν να ανυψώνει το κάθισμα μαζί με τον αυτοκράτορα, πάνω από τα κεφάλια όλων.

Πολλά χρόνια μετά, ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι (1452 – 1519) κατασκεύασε ένα αυτόματο ανθρωποειδές, έναν πολεμιστή με πανοπλία. Το συγκεκριμένο μηχανήμα μπορούσε να ανασηκώνει και να κινεί τα χέρια και το κεφάλι του με περιορισμένες όμως κινήσεις. Ο Ντα Βίντσι το σχεδίασε για μάχη, όπως και πολλές από τις μηχανές του.

Εικόνα 1. Ο μηχανικός ιππότης του Λεονάρντο Ντα Βίντσι



Τον 19^ο αιώνα, ο Ιάπωνας Χισασίγκε Τανάκα (1779 – 1881) έφτιαξε ρομποτικούς μηχανισμούς, οι οποίοι είχαν την «ικανότητα» γραφής ιαπωνικών ιδεογραμμάτων ή σερβιρίσματος τσαγιού. Στα τέλη του αιώνα, ο Σέρβος Νικόλα Τέσλα (1856 – 1943) παρουσίασε το πρώτο τηλεχειριζόμενο πλοίο.

Σήμερα, τα ρομπότ διαθέτουν ποικίλους αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες για την κατάσταση που επικρατεί στο κοντινό τους περιβάλλον (π.χ. κάμερες, μικρόφωνα), ηλεκτρονικό υπολογιστή για την επεξεργασία των προαναφερθέντων πληροφοριών και κινητήριο σύστημα, προκειμένου να εκτελεί τις απαραίτητες ενέργειες.

1.2.2 Βασικά στοιχεία του ρομπότ

Ένα ρομπότ αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

Αισθητήρες (sensors):

Οι αισθητήρες είναι όργανα που μετρούν μια φυσική ποσότητα και τη μετατρέπουν σε ένα σήμα, που μπορεί να διαβαστεί από έναν παρατηρητή ή ένα ηλεκτρονικό όργανο. Παρέχουν στο ρομπότ τις πληροφορίες του περιβάλλοντος, καθώς και του ίδιου του ρομπότ. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη σχετίζεται με τον τρόπο λειτουργίας τους και η δεύτερη με το είδος της λειτουργίας που επιτελούν.

Στοιχεία δράσης (end – effectors):

Τα στοιχεία δράσης ασκούν δυνάμεις σε διάφορα αντικείμενα και μεταβάλλουν το εξωτερικό περιβάλλον του ρομπότ. Τις περισσότερες φορές είναι κινητήρες ή βραχίονες και προσφέρουν στο ρομπότ τη δυνατότητα μετακίνησης του ίδιου ή κάποιου άλλου αντικειμένου.

Ελεγκτής (controller):

Το σύστημα ελέγχου (π.χ. ένας υπολογιστής) επεξεργάζεται την πληροφορία από τους αισθητήρες και κατευθύνει τα στοιχεία δράσης, λαμβάνοντας υπόψη τους σκοπούς του ρομπότ που πρέπει να επιτελέσει.

1.2.3 Χρήση ρομπότ

Στις μέρες μας, η χρήση των ρομπότ γίνεται σε κάθε τομέα απασχόλησης και κρίνεται άκρως απαραίτητη στους περισσότερους από αυτούς. Μερικοί από αυτούς τους τομείς είναι η βιομηχανία, η ιατρική, η αεροδιαστημική κ.α., οι οποίοι έδωσαν με τη σειρά τους ώθηση και ανάπτυξη στις αμερικάνικες και ιαπωνικές βιομηχανίες ρομπότ.

Τα βιομηχανικά ρομπότ, μέχρι σήμερα εκτελούσαν ηλεκτροσυγκολλήσεις, εφαρμογές πρεσαρίσματος και συναρμολόγησης, καθώς και βαφές με ψεκασμό. Στη

δεκαετία του 1980, η χρήση των ρομπότ γενικεύτηκε στο πλαίσιο της ανάπτυξης των Ολοκληρωμένων Συστημάτων Παραγωγής (Computer – Integrated Manufacturing), αυτοματοποιημένων και ευέλικτων εργοστασίων, στα οποία οι εργαλειομηχανές μπορούν να επαναπρογραμματίζονται ταχύτατα για την παραγωγή νέων ή διαφοροποιημένων προϊόντων.

Ρομπότ μπορούν να θεωρηθούν και τα αυτοματοποιημένα διαστημόπλοια (μη επανδρωμένα), που χρησιμοποιούνται για διαστημικές κυρίως έρευνες όπως, π.χ. η σοβιετική σεληνάκατος Lunokhod – 1, η οποία καθοδηγούνταν με ασύρματο από τη Γη.

Επιπλέον, η ύπαρξη των ρομπότ στον ιατρικό τομέα έχει βοηθήσει σημαντικά τους χειρουργούς, προκειμένου να ανταπεξέλθουν σε πολύ απαιτητικές επεμβάσεις. Κάνοντας μικρές και ακριβείς τομές, μειώνουν σε μεγάλο βαθμό τον κίνδυνο για τους ασθενείς. Σημαντική διευκόλυνση για τους ασθενείς θα ήταν η δημιουργία αποτελεσματικών εμφυτευμένων συσκευών και τεχνητών ρομποτικών άκρων, η οποία βρίσκεται υπό ανάπτυξη.

Τέλος, σε πειραματικό και όχι εμπορικό στάδιο έχουν κατασκευαστεί ρομπότ για οικιακή χρήση, τα οποία καθαρίζουν το σπίτι, σερβίρουν ποτά ή «απασχολούν» τα παιδιά.

1.2.4 Είδη ρομπότ

Καθώς εξελίσσεται η ρομποτική, προκύπτουν διάφορα είδη ρομποτικών μηχανισμών. Οι μηχανισμοί αυτοί παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στη μορφή τους, ωστόσο αποτελούνται από αντίστοιχα επιμέρους υποσυστήματα.

Τα πιο σημαντικά είδη ρομπότ είναι τα παρακάτω:

Ρομπότ Σταθερής Βάσης:

Αποτελούνται από διαδοχικά στερεά σώματα (σύνδεσμοι) που συνδέονται μέσω αρθρώσεων σχηματίζοντας μια κινηματική αλυσίδα. Η αλυσίδα αυτή έχει το ένα άκρο της (βάση) σταθερά συνδεδεμένο με κάποιο σημείο του περιβάλλοντος χώρου. Η ρομποτική αυτή μορφή είναι η παραδοσιακή μορφή

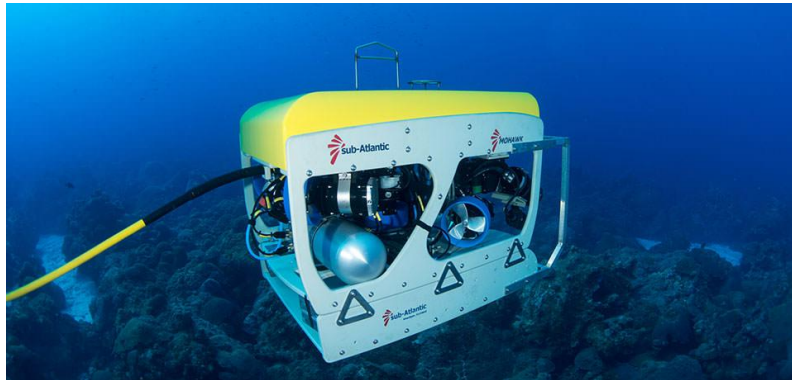
ενός βιομηχανικού ρομποτικού βραχίονα, και περιλαμβάνει τον βραχίονα, τον καρπό και το εργαλείο.

Κινούμενα Ρομπότ:

Είναι εκείνα τα ρομπότ που έχουν την δυνατότητα να μετακινήσουν όλα τα σημεία του μηχανισμού τους. Ειδικά συστήματα προώθησης προσφέρουν αυτή τη δυνατότητα, τα οποία μπορεί να είναι είτε απλά (όπως τροχοί), είτε πολύπλοκα (π.χ. jet, προπέλες). Τα κινούμενα ρομπότ διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό αυτονομίας τους. Έτσι υπάρχουν τα:

- **AGVs (Automatic Guided Vehicles)**, που έχουν περιορισμένη αυτονομία κίνησης, δεδομένου ότι η τροχιά τους είναι προκαθορισμένη μέσω καλωδίων στο έδαφος ή πομπών στον περιβάλλοντα χώρο.
- **Αυτόνομα Έντροχα Ρομπότ**, που λειτουργούν με αρκετά υψηλό βαθμό αυτονομίας. Ειδικότερα, έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν, χωρίς συνεχή εξωτερική επίβλεψη και μπορούν να εκτελούν εργασίες αυτόνομα, δεχόμενα μόνο ορισμένες υψηλού επιπέδου εντολές.
- **Βαδίζοντα Ρομπότ**, που χρησιμοποιούν μηχανικά πόδια για την κίνησή τους και όχι συμβατικούς τροχούς, όπως στις δύο παραπάνω κατηγορίες. Ως πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης υλοποίησης λαμβάνονται η μεγάλη δυνατότητα αποφυγής εμποδίων και η ικανότητα αναρρίχησης σε ανώμαλα εδάφη και μη επίπεδες επιφάνειες. Τα ανθρωπόμορφα είναι από τα πιο συνηθισμένα ρομπότ αυτής της κατηγορίας, καθώς και τα δίποδα.
- **ROVs (Remotely Operated Vehicles)**, που ανήκουν στην κατηγορία των μη επανδρωμένων υποβρύχιων ρομπότ, δεν παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό αυτονομίας, καθώς είναι συνδεδεμένα με το μητρικό πλοίο, μέσω καλωδίου. Το καλώδιο αυτό καλύπτει τις ανάγκες του ρομπότ σε επικοινωνίες και ενέργεια. Τα ρομπότ αυτού του τύπου έχουν σχήμα κουτιού και κινούνται γενικά σε χαμηλές ταχύτητες.

Εικόνα 2. Ένα ρομπότ τύπου ROVs



- **AUVs (Autonomous Underwater Vehicle)**, τα οποία σε αντίθεση με τα ROVs είναι πλήρως αυτόνομα και δεν έχουν την ανάγκη καλωδίου. Τα ρομπότ αυτά λαμβάνουν ενέργεια από ειδικές μπαταρίες, πράγμα που θέτει και περιορισμούς στη λειτουργία τους. Κινούνται με μεγάλες ταχύτητες και μοιάζουν με τορπίλες.
- **Εναέρια Ρομπότ (UAV)**, που ανήκουν και αυτά στην κατηγορία των μη επανδρωμένων ιπτάμενων ρομπότ, όπως τα ελικόπτερα και τα αεροπλάνα. Πραγματοποιούν πτήσεις είτε αυτόνομα, είτε μέσω τηλεκατεύθυνσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς και διαθέτουν διαρκώς αυξανόμενες εφαρμογές. Τα τετρακόπτερα (quad copters) έχουν γίνει αρκετά δημοφιλή τα τελευταία χρόνια, καθώς αποτελούν σχετικά οικονομικές λύσεις για χόμπι, κινηματογράφηση, μεταφορά προϊόντων κ.α. (Παυλή, 2013).

1.3 Ρομποτική

Η Ρομποτική (Robotics) είναι κλάδος της τεχνολογίας που ασχολείται με τη σχεδίαση, την ανάπτυξη και τη μελέτη ρομπότ. Η επιστήμη της Ρομποτικής αποτελεί συνδυασμό πολλών άλλων επιστημών, κυρίως δε της πληροφορικής, της ηλεκτρονικής και της μηχανολογίας.

Ο τομέας αυτός έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας αρκετά τεχνολογικά θαύματα. Τα ρομπότ λοιπόν του 21^{ου} αιώνα τείνουν να μιμηθούν

τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά, όπως το περπάτημα και την όραση. Ωστόσο, μοιάζουν και εμφανισιακά με τους ανθρώπους, σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Οι παράγοντες της ομοιότητάς τους είναι το πολύ ρεαλιστικό δέρμα, η προηγμένη υδραυλική τεχνολογία και οι ταχύτεροι υπολογιστές (Παυλή, 2013). Βέβαια, στον ψυχικό τομέα, τα ανθρωποειδή ρομπότ υστερούν κατά πολύ συγκριτικά με τους ανθρώπους.

Ακόμη, ερχόμαστε σε επαφή με ποικίλα ρομπότ, σε καθημερινή βάση. Κατά τον Ιωάννη Σομαλακίδη (2014), πρόεδρο του WRO Hellas, «Η καθημερινότητά μας είναι γεμάτη από εφαρμογές ρομποτικής, δηλαδή όταν λέμε ρομποτική εννοούμε αυτοματισμούς. Όταν για παράδειγμα δεν βάζεις τη ζώνη ασφαλείας, το σύστημα του αυτοκινήτου σε προειδοποιεί, ή όταν πηγαίνεις στην τράπεζα ο αισθητήρας ανιχνεύει την κίνηση και ανοίγουν οι πόρτες. Ακόμα και οι χειρουργικές επεμβάσεις γίνονται πλέον με ρομποτικά συστήματα, ακόμα και τα πλυντήρια που έχουμε στο σπίτι μας έχουν αυτοματισμούς».

Όσον αφορά την προσφορά των ρομπότ στο μέλλον, ο κύριος Σομαλακίδης προσθέτει, «Τα ρομπότ, όχι με την έννοια του ανθρωποειδούς, αλλά οι αυτοματισμοί, θα είναι καθημερινό φαινόμενο στην ζωή μας, θα εφαρμοστεί σε όλα τα αντικείμενα που χρησιμοποιούμε, έτσι ώστε να μας παρέχει ασφάλεια και γνώση διότι μετράει τα πάντα, ότι υπάρχει στον αέρα, στο έδαφος και κάτω από το έδαφος, άρα με ασφαλείς μετρήσεις μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα και να βελτιώσουμε τη ζωή μας».

1.3.1 Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική είναι ένα ισχυρό εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εφαρμόσουν τις ιδέες τους στην πράξη, συνθέτοντας μια μηχανική οντότητα και κατευθύνοντάς την με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος (Αλιμήσης, 2009).

Ο συγκεκριμένος τομέας αξιοποιείται σημαντικά τα τελευταία χρόνια κυρίως στο εξωτερικό, ωστόσο άρχισε να εμφανίζεται σιγά – σιγά και στην Ελλάδα σε πειραματικά στάδια, μέσα από διάφορα προγράμματα όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης. Ουσιαστικά, η χρήση της προσφέρει ένα περιβάλλον μάθησης που

επιτρέπει στους μαθητές να ελέγξουν ένα χειροπιαστό μοντέλο, χρησιμοποιώντας ειδικές γλώσσες προγραμματισμού (Παυλή, 2013). Αυτό τους δίνει τη δυνατότητα να ασχοληθούν ενεργά με την επίλυση προβλημάτων και να δημιουργήσουν τις δικές τους προγραμματιζόμενες κατασκευές (Resnick και άλλοι, 1996).

Ένα καθοριστικό στοιχείο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής είναι ότι το περιβάλλον διδασκαλίας της είναι ταυτόχρονα και περιβάλλον παιχνιδιού, καθώς και το τεράστιο ενδιαφέρον των παιδιών για τις Νέες Τεχνολογίες και πιο συγκεκριμένα για τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Με βάση τα παραπάνω, ο κλάδος της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής ενδέχεται να παρουσιάσει μελλοντικά ικανοποιητικά ποσοστά αποδοχής από τους μαθητές.

1.3.2 Θεωρητικό υπόβαθρο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, ο κλάδος της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής συνδυάζει εύστοχα ένα περιβάλλον διδασκαλίας, με ένα περιβάλλον παιχνιδιού. Το παιχνίδι αντιμετωπίζεται από τον Jean Piaget και τον Seymour Papert, ως ένα ισχυρό εργαλείο μάθησης. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στο δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα έδωσε νέα εργαλεία για την εξέλιξη των παιδαγωγικών αυτών θεωριών, αλλά και ανάποδα οι παιδαγωγικές θεωρίες έδωσαν ιδέες για την ανάπτυξη καινούργιων τεχνολογικών επιτευγμάτων (Martin και άλλοι, 2000). Έτσι λοιπόν προέκυψε και η Εκπαιδευτική Ρομποτική.

Ο κonstrουκτιβισμός (constructivism) και ο κonstrουξιονισμός (constructionism) έχουν επηρεάσει βαθύτατα την χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση, η οποία προωθεί την προσέγγιση της μάθησης με βάση συνθετικές εργασίες (project – based learning).

Στην εσωτερική προσωπική οικοδόμηση της γνώσης βασίζεται ο κonstrουκτιβισμός (constructivism). Δέχεται ότι η γνώση της πραγματικότητας για τον καθένα είναι αυτή που έχει κατασκευάσει ο δικός του εγκέφαλος και έτσι αποτελεί μια υποκειμενική αναπαράσταση της πραγματικότητας από το άτομο (Αλεξανδρής, Μπελεσιώτης και Φούντας, 2015). Βασικός εκφραστής αυτής της αντίληψης είναι ο Ελβετός ψυχολόγος, Jean Piaget (1896 – 1980).

Ο Piaget αναφέρεται στην ανάπτυξη της γνωστικής σκέψης του παιδιού ως μια «εξελικτική διαδικασία που διαμορφώνεται μέσα από διαφορετικά στάδια», ενώ κυρίαρχες έννοιες στο θεωρητικό του πλαίσιο είναι: «η αφομοίωση, η συμμόρφωση, η προσαρμογή και το σχήμα». Συνεπώς, οι άνθρωποι οικοδομούν (construct) τη δική τους γνώση δια της εμπειρίας τους. Δημιουργούν νοητικά μοντέλα, τα γνωστικά Σχήματα (Schemas), που αποτελούν την εσωτερική αναπαράσταση των αντικειμένων ή γεγονότων, καθώς και των σχέσεων που υφίστανται μεταξύ τους. Η κάθε νέα γνώση εδράζεται και οικοδομείται σε προϋπάρχουσα γνώση (Αλεξανδρής, Μπελεσιώτης και Φούντας, 2015).

Το μαθησιακό περιβάλλον λοιπόν, θα πρέπει να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, να υποστηρίζει την κοινωνική αλληλεπίδραση (Αλιμήσης, 2008).

Μολαταύτα, ο Νοτιοαφρικανός μαθηματικός Seymour Papert (1928 – 2016), βασίστηκε στις θεωρίες του κονστρουκτιβισμού, για να διατυπώσει την θεωρία του κονστρουξιονισμού (Κατασκευαστική Θεωρία της Μάθησης). Κυρίαρχη θέση του ήταν ότι η μάθηση συντελείται ενεργητικά από τον διδασκόμενο σε αρμονική συνεργασία με τον διδάσκοντα.

Τα άτομα συνθέτουν την γνώση ενεργητικά και εντός δραστηριοτήτων που συνδέονται με τις εμπειρίες τους για τον πραγματικό κόσμο και τις δράσεις που ενεργούνται και λαμβάνουν καθημερινά χώρα τριγύρω τους. Η γνώση δεν αποτελεί μόνο ένα προϊόν που αλλάζει χέρια, συγκρατείται και εφαρμόζεται, αλλά μια ιδιαίτερη εμπειρία που κατασκευάζεται από τον καθένα προσωπικά. Η φύση και οι ενέργειες που συντελούνται τριγύρω της δε βρίσκονται απλά εκεί και περιμένουν να ανακαλυφθούν από μεριά μας, απεναντίας βρίσκονται σε κατάσταση διαρκούς σταδιακής διαμόρφωσης και μετασχηματισμών εν μέσω προσωπικών εμπειριών των ατόμων, για παράδειγμα παιδιών και επιστημόνων (Αλιμήσης, 2008).

Ακόμη, ο κονστρουξιονισμός υποστηρίζει, ότι οι μαθητευόμενοι οικοδομούν πιο αποτελεσματικά τη γνώση, όταν εμπλέκονται στη σχεδίαση και κατασκευή (χειρωνακτική και ψηφιακή) πραγματικών αντικειμένων που έχουν νόημα για τους

ίδιους είτε αυτά είναι κάστρα από άμμο, είτε κατασκευές LEGO και προγράμματα υπολογιστών (Papert, 1998).

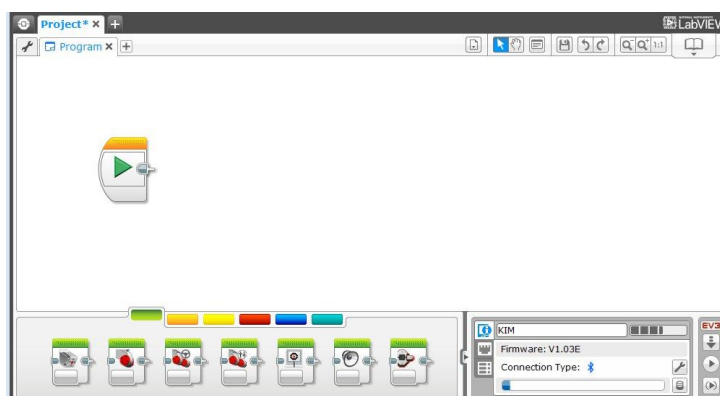
Τέλος, τα εργαλεία που προτείνονται από τον Papert είναι κυρίως οι υπολογιστές και μέσω αυτών διάφορα εκπαιδευτικά εργαλεία με κυριότερα αυτά της γλώσσας προγραμματισμού LOGO, που ο ίδιος δημιούργησε και τα παιχνίδια LEGO Mindstorms (Papert, 1980).

1.3.3 Γιατί να διδάξω με Lego Mindstorms;

Το κιτ Mindstorms της Lego διαθέτει ένα προγραμματιζόμενο τούβλο (brick), κινητήρες και διάφορους άλλους αισθητήρες, όπως αισθητήρα αφής, αισθητήρα χρώματος, αισθητήρα περιστροφής, αισθητήρα ήχου και αισθητήρα υπερήχων (αισθητήρας απόστασης).

Ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει πολύ εύκολα, μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή ή ταμπλέτας (tablet). Ακόμη, το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, που διδάσκουν σε νέα παιδιά και για τους αρχάριους, καθώς αξιοποιεί μια λειτουργία drag – and – drop και περιλαμβάνει εικονίδια, που αναπαριστούν τους κινητήρες ή τους αισθητήρες σε ένα μικρό μενού, στην οθόνη του υπολογιστή ή της ταμπλέτας. Ουσιαστικά οι μαθητές καλούνται να σύρουν το εικονίδιο, το οποίο θέλουν να χρησιμοποιήσουν στο πρόγραμμά τους και να το αφήσουν στον κενό χώρο της οθόνης, προκειμένου να δημιουργήσουν έναν κώδικα.

Εικόνα 3. Το προγραμματιστικό περιβάλλον Mindstorms της Lego



Σύμφωνα με τον Δημήτρη Αλιμήση, καθηγητή Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, η εκπαιδευτική δυναμική των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms συνίσταται στη δυνατότητα που προσφέρει στους μαθητές, να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα (π.χ. ένα μοντέλο αυτοκινήτου) και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος, όπως είδαμε και παραπάνω. Αν το kit αξιοποιηθεί κατάλληλα, μπορεί να υποστηρίξει τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος εποικοδομητικής μάθησης (constructive learning) που θα παρέχει αυθεντικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, θα ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία και θα υποστηρίξει την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Επιπλέον, προκειμένου να επιτευχθεί η σχεδίαση και η κατασκευή πραγματικών αντικειμένων, δηλαδή ρομποτικών κατασκευών και να επιλυθεί ένα πρόβλημα από τους μαθητές, κρίνεται αναγκαία η επινόηση δραστηριοτήτων που θα τους προτρέπουν να κατασκευάσουν. Συγχρόνως, ο/η εκπαιδευτικός οφείλει να ενθαρρύνει και να υποστηρίξει κατάλληλα τα παιδιά, ώστε να πειραματιστούν και να διερευνήσουν ιδέες που διέπουν τις κατασκευές τους. Οι δραστηριότητες αυτές είναι συνήθως διαθεματικές και μπορούν να ενταχθούν στα σχολικά μαθήματα της τεχνολογίας, των φυσικών επιστημών και της πληροφορικής τόσο στην Πρωτοβάθμια, όσο και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Αλιμήσης).

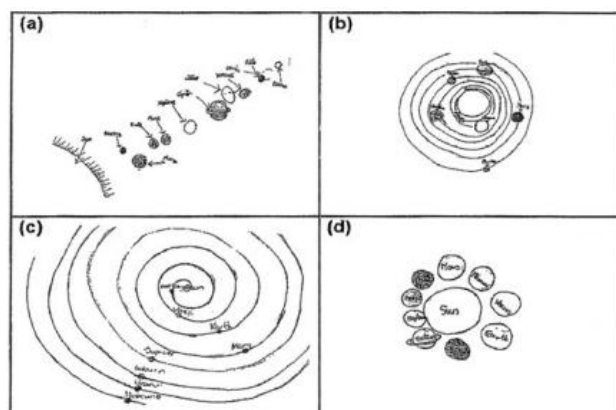
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Το Ηλιακό σύστημα

Το Ηλιακό Σύστημα και τα σώματα που το απαρτίζουν, αποτελούν μια πρώτη επαφή των μαθητών με τον μέγακόσμο. Πρόκειται για έναν κόσμο ο οποίος, ενώ επηρεάζει καθοριστικά τη ζωή στη Γη, δεν μπορεί να προσεγγιστεί άμεσα με τις αισθήσεις (τουλάχιστον όχι σε όλες του τις διαστάσεις). Συνεπώς, οι μαθητές δεν έχουν εμπειρίες από τα φαινόμενα που συμβαίνουν σε αυτόν. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο δημιουργούνται εναλλακτικές αντιλήψεις για πολλά φαινόμενα του Ηλιακού Συστήματος από τους μαθητές. Ένας επιπλέον λόγος είναι το γεγονός ότι αυτοί αντικρίζουν όλα τα ουράνια σώματα που απαρτίζουν το Ηλιακό Σύστημα με σημείο αναφοράς τη Γη. Κατ' αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η γεωκεντρική αντίληψη του Σύμπαντος και δεν γίνεται εύκολα αποδεκτό το ηλιοκεντρικό σύστημα ερμηνείας των ουράνιων φαινομένων (Χαλκιά, 2006).

Το 2005, οι John G. Sharp και Paul Kuerbis μελέτησαν τις ιδέες των παιδιών για μια πιο σύνθετη εικόνα του Ηλιακού Συστήματος (για τα σώματα από τα οποία αποτελείται, τη σειρά τους, τις τροχιές τους κλπ). Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν τριάντα ένα (31) παιδιά (9- 11 ετών). Πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις (pre και post), με βάση μια σειρά ερωτημάτων (66- item) και σχεδιάστηκαν απεικονίσεις του Ηλιακού συστήματος από τα παιδιά. Συνολικά, προέκυψαν εννέα (9) ποιοτικά διαφορετικά νοητικά μοντέλα του Ηλιακού Συστήματος (π.χ. ηλιοκεντρικά μοντέλα, γεωκεντρικά, το μοντέλο Γη- Ήλιος- Σελήνη).

Εικόνα 4. Ορισμένα από τα εννέα νοητικά μοντέλα που προέκυψαν



2.2 Το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας

Αναφέρθηκε παραπάνω, ότι ο μέγας κόσμος δεν μπορεί να προσεγγιστεί άμεσα με τις αισθήσεις, γι' αυτό και δημιουργούνται στους μαθητές εναλλακτικές αντιλήψεις για πολλά φαινόμενα του Ηλιακού Συστήματος.

Ένα από αυτά τα φαινόμενα είναι αυτό του κύκλου της ημέρας / νύχτας. Η εξήγηση του εν λόγω φαινομένου απαιτεί από τους μαθητές να δημιουργήσουν νοητικές αναπαραστάσεις, οι οποίες «συγκρούονται» με αναπαραστάσεις που έχουν προκύψει μέσω της εμπειρίας. Σύμφωνα με την Χαλκιά, Κ. (2006), η καθημερινή γλώσσα ενισχύει επίσης τη δημιουργία εναλλακτικών αντιλήψεων στους μαθητές, καθώς η γλώσσα δημιουργήθηκε με βάση τη βαθιά πίστη των ανθρώπων στο γεωκεντρικό σύστημα του κόσμου. Έτσι, καθημερινά χρησιμοποιούνται εκφράσεις του τύπου «ο Ήλιος ανατέλλει», «ο Ήλιος δύει», «ο Ήλιος ανεβαίνει ψηλά στον ουρανό», «ο Ήλιος κρύφτηκε πίσω από τα σύννεφα» κ.ά. που ενισχύουν τη γεωκεντρική αντίληψη του συστήματος του κόσμου.

2.2.1 Πως προκύπτει το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας;

Οι άνθρωποι έχουν γενικότερα την τάση να δίνουν μια εξήγηση για καθετί που τους απασχολεί. Αυτό έχει ως συνέπεια, να δημιουργείται ένα φάσμα ποικίλων θεωριών, σχετικών με τα ζητήματα αυτά. Το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας φαίνεται, ότι έχει απασχολήσει τους ανθρώπους πριν από εκατοντάδες χρόνια. Διάφοροι λαοί ανά την Υφήλιο προσπάθησαν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο αυτό, συνδέοντάς το κατά κύριο λόγο με τη θρησκεία τους.

Με βάση το Nihon Shoki, το οποίο αποτελεί το δεύτερο παλαιότερο βιβλίο της κλασικής ιαπωνικής ιστορίας υπήρχαν τρεις θεοί, η Amaterasu (θεά του Ηλίου και ηγέτης του ουρανού), ο Tsukiyomi (θεός της Σελήνης και ηγέτης της νύχτας) και ο Susano (θεός των καταιγίδων και ηγέτης των θαλασσών). Μια μέρα, η Amaterasu διέταξε τον Tsukiyomi να πάει στη Γη και να επισκεφθεί τη θεά των τροφίμων, την Uke Mochi. Η γενικότερη συμπεριφορά της θεάς θεωρήθηκε απρεπής από τον Tsukiyomi, ο οποίος εν τέλει την σκότωσε. Μόλις η Amaterasu πληροφορήθηκε για

τις πράξεις του αδελφού της, απογοητεύτηκε πολύ και ορκίστηκε να μην τον ξαναδεί ποτέ. Ως εκ τούτου, όταν ο ήλιος δύει, η Σελήνη φεύγει από τον Ήλιο για την αιωνιότητα.

Από την άλλη, η Αιγυπτιακή μυθολογία υποστηρίζει, ότι ο Ra (ή Re) είναι ο θεός Ήλιος. Πιστεύεται, ότι είναι ο μόνος από τους Αιγύπτιους θεούς που δεν κατοικεί στη Γη. Αντί αυτού, ζει στον ουρανό, λόγω της μεγάλης του ηλικίας. Ο Ra ταξιδεύει στις 12 επαρχίες (που συμβολίζουν τις 12 ώρες της ημέρας), πάνω σε έναν ηλιακό φλοιό. Κατ' αυτόν τον τρόπο προκύπτει η μέρα. Ωστόσο, πεθαίνει σε κάθε ηλιοβασίλεμα, με αποτέλεσμα να δίνει σκοτάδι σε όλο τον κόσμο. Όσο είναι νεκρός, πηγαίνει στον Κάτω κόσμο και πολεμάει το φίδι – δαίμονα, Apep. Στην ανατολή του Ηλίου πιστεύεται ότι ο Ra έχει νικήσει για μία ακόμη φορά τον Apep. Συνεχίζει να ταξιδεύει στον ηλιακό φλοιό του, μέχρι να πεθάνει ξανά.

Επιπρόσθετα, κατά την Ελληνική μυθολογία η Νυξ (Νύχτα) ήταν θεότητα, που παριστανόταν με μαύρες μεγάλες φτερούγες, τις οποίες είχε απλωμένες πάνω από τον κόσμο. Λέγεται, ότι την φοβόταν και την σεβόταν ακόμα και ο ίδιος ο θεός Δίας, διότι ήταν κυρίαρχη αρχέγονη και κοσμογονική μορφή. Κατοικούσε στη Δύση, όπου συναντιόταν με την Ημέρα, καθώς αυτή ανέβαινε, ενώ η άλλη κατέβαινε. Από την άλλη, η Ημέρα (Ημάρ) ήταν η κόρη της Νύκτας και του Ερέβους. Είχε έναν αδελφό, τον Αιθέρα. Κάποιοι την θεωρούσαν κόρη του Ηλίου και κάποιοι άλλοι γυναίκα του Αιθέρα και μητέρα της Βροντής. Στον Όμηρο, ο Ήλιος διέσχισε τον ουρανό με το άρμα του τη μέρα και έπλεε γύρω από τη Γη σε ένα χρυσό κύπελλο τη νύχτα.

Εντύπωση έκανε ο Έλληνας φιλόσοφος και μαθηματικός Αρίσταρχος (310 π.Χ. – 230 π.Χ.), ο οποίος πήγε κόντρα στις θρησκευτικές αντιλήψεις της εποχής και υποστήριξε ότι ο Ήλιος ήταν το κέντρο του ηλιακού συστήματος. Ωστόσο, πριν από τον Αρίσταρχο, ο Φιλόλαος (470 – 385 π. Χ.), μαθητής της σχολής του Πυθαγόρα και ο Ηρακλείδης ο Ποντικός (387 – 312 π. Χ.) ισχυρίστηκαν, ότι η Γη βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο και όχι το αντίθετο.

Ο Νικόλαος Κοπέρνικος (1473 – 1543) εξήγησε, μέσω του βιβλίου του με τίτλο «Η περιστροφή των ουράνιων σωμάτων», ότι η Γη είναι ένας πλανήτης, που περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Το ίδιο κάνουν και όλοι οι υπόλοιποι πλανήτες. Την άποψη αυτή ενστερνίστηκε και ο Ιταλός φυσικός Γαλιλαίος Γαλιλέι (1564 – 1642). Θεωρήθηκε αιρετικός, συνελήφθη και

φυλακίστηκε από την Ιερά Εξέταση, υπέστη φρικτά βασανιστήρια. Για να γλυτώσει τη ζωή του, απαρνήθηκε τη θεωρία του ως λαθεμένη και αιρετική, ενώ την ίδια στιγμή μουρμούρισε την ιστορική φράση: «Και όμως κινείται». Το ίδιο χρονικό διάστημα, ο Ιωάννης Κέπλερ (1571 – 1630) διατύπωνε τους τρεις θεμελιώδεις νόμους του και εξηγούσε ότι η Γη ακολουθεί ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Λίγα χρόνια αργότερα, ο Ισαάκ Νεύτων (1642 - 1727) διατύπωνε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης.

Εικόνα 5. Ο Γαλιλαίος Γαλιλέι στην Ιερά Εξέταση



Στον αιώνα που διανύουμε, η πλειοψηφία των ανθρώπων συμφωνεί, ότι η Γη είναι σφαιρική, διαθέτει νοερό άξονα και πραγματοποιεί κάποιες κινήσεις π.χ. περιφορά, περιστροφή. Συνεπώς, το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας οφείλεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της, με αποτέλεσμα να μην φωτίζεται ολόκληρη την ίδια ώρα. Φωτίζεται μόνο η μισή, δηλαδή το μέρος που βρίσκεται απέναντι από τον Ήλιο. Το μέρος αυτό έχει ημέρα και το άλλο μισό μέρος που δεν φωτίζεται έχει νύχτα.

2.2.2 Επιστημονικές μελέτες γύρω από το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας

Πολυάριθμες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί τα προηγούμενα χρόνια σχετικά με τις παρανοήσεις και τις δυσκολίες των μαθητών, που προκύπτουν μέσα από την

κατανόηση και την εξήγηση του φαινομένου του κύκλου της ημέρας / νύχτας [Dove (2002), Parker & Heywood (1998), Sharp (1996), Vosniadou & Brewer (1990), Baxter (1989), Sadler (1987), Klein (1982)]. Από αυτές διαπιστώνεται ότι η καθημερινή εμπειρία των μαθητών «χτίζει» και τις αρχικές αναπαραστάσεις τους για την εναλλαγή ημέρας / νύχτας.

Το 1997, οι Irene-Anna Diakidoy, Stella Vosniadou και Jackson D. Hawks εξέτασαν τα μοντέλα της Γης και του κύκλου ημέρας / νύχτας, τα οποία σχηματίστηκαν από είκοσι έξι (26) παιδιά (πρώτης, τρίτης και πέμπτης τάξης) με Αμερικάνικη- Ινδιάνικη καταγωγή. Μέσα από ένα ερωτηματολόγιο (45- item) και ατομικές συνεντεύξεις προέκυψαν τρία (3) διαφορετικά μοντέλα για τον κύκλο της ημέρας / νύχτας, που διακρίθηκαν σε αρχικά, συνθετικά και επιστημονικά. Περίπου το 31% των παιδιών (όλα πρώτης και τρίτης τάξης, με μία εξαίρεση), χρησιμοποίησε έναν Ήλιο και την πάνω/κάτω κίνηση της Σελήνης, με ή χωρίς ανιμισμό (ύπαρξη ψυχής), για να εξηγήσει την αλλαγή από μέρα σε νύχτα. Τα μεγαλύτερα παιδιά χρησιμοποίησαν σε μεγαλύτερο βαθμό, ένα συνθετικό μοντέλο περιστροφής της Γης (15%) ή ένα προχωρημένο μοντέλο περιστροφής του κύκλου ημέρας / νύχτας (19%), τα οποία απαιτούν τον σχηματισμό ενός σφαιρικού μοντέλου της Γης και την «εγκατάλειψη» των υποθέσεων ότι ο Ήλιος και η Σελήνη κινούνται.

Το 2008, οι Andreas Chiras και Nicos Valanides πραγματοποίησαν ημι-δομημένες συνεντεύξεις σε σαράντα (40) παιδιά της τετάρτης τάξης (4th grade) και σαράντα (40) παιδιά της έκτης τάξης (6th grade), για να εξετάσουν τα νοητικά τους μοντέλα που σχετίζονται με τον κύκλο της ημέρας / νύχτας. Προέκυψαν δεκαοχτώ (18) διαφορετικά νοητικά μοντέλα. Η πλειοψηφία των παιδιών επέλεξε τα γεωκεντρικά μοντέλα, παρόλο που στο σχολείο είχαν διδαχθεί με βάση το ηλιοκεντρικό μοντέλο (η Γη περιστρέφεται στον άξονά της και αυτή περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο).

Το 2010, οι Hüseyin Kucukozer and Ayberk Bostan μελέτησαν τις ιδέες πενήντα δύο (52) μαθητών νηπιαγωγείου (6 ετών) σχετικά το φαινόμενο της ημέρας / νύχτας, τις εποχές και τις φάσεις της Σελήνης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ημι-δομημένων και ατομικών συνεντεύξεων. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι το 28,9% των μαθητών (15 μαθητές) έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις για τον κύκλο της ημέρας / νύχτας (ότι η Γη περιστρέφεται στον άξονά της). Ωστόσο, οι

μαθητές του νηπιαγωγείου έχουν κάποιες παρανοήσεις σχετικά με κάθε έννοια, τις οποίες και αποκτούν μέσα από τις οικογένειές τους, τις καθημερινές εμπειρίες και τις παρατηρήσεις τους. Ορισμένες που αφορούν το φαινόμενο της ημέρας / νύχτας είναι:

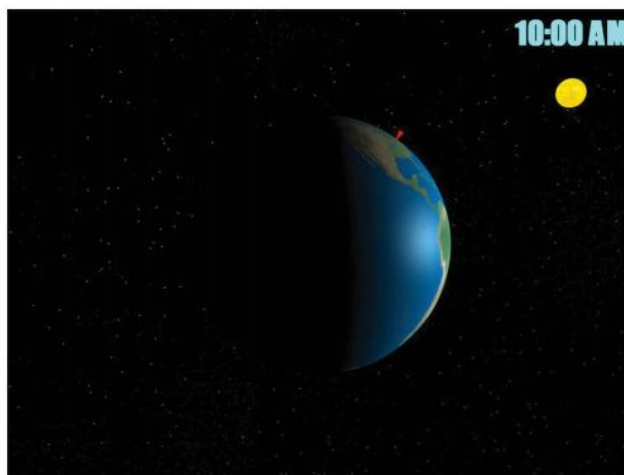
- «Κατά τη διάρκεια της νύχτας, ο Ήλιος πάει πίσω στο διάστημα και επιστρέφει ξανά κατά τη διάρκεια της ημέρας»
- «Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη»
- «Η Σελήνη κινείται προς το μέρος όπου είναι νύχτα και την ημέρα κινείται πάλι προς κάποια άλλα μέρη, όπου γίνεται νύχτα»
- «Ο Θεός δημιούργησε την ημέρα και τη νύχτα»
- «Τα σύννεφα προκαλούν τη νύχτα, μπλοκάροντας τον Ήλιο»
- «Η Σελήνη έχει δύο πρόσωπα και ότι η ημέρα και η νύχτα προκύπτουν, όταν αυτή δείχνει το λευκό της πρόσωπο κατά τη διάρκεια της ημέρας και όταν δείχνει το μαύρο της πρόσωπο κατά τη διάρκεια της νύχτας»
- «Η νύχτα συμβαίνει για να κάνει τους ανθρώπους να κοιμούνται και η ημέρα συμβαίνει για να τους κάνει να πηγαίνουν στο σχολείο»

Το 2011, οι Baruch B. Schwarz , Yaron Schur, Haim Pensso και Naama Tayer ασχολήθηκαν με την μετάβαση από τις παλιές στις νέες πρακτικές για την προώθηση της συνεργασίας και του κριτικού συλλογισμού σε επιστημονικές τάξεις. Τριάντα δύο (32) μαθητές της όγδοης τάξης (8th grade) από τρεις (3) διαφορετικές τάξεις σχολείων της Ιερουσαλήμ συμμετείχαν σε μια σειρά από δραστηριότητες για τον κύκλο της ημέρας / νύχτας (pre και post). Βασικό CSCL (Computer-supported collaborative learning) εργαλείο αυτής της έρευνας ήταν το λογισμικό *Digalo*, το οποίο βοήθησε στην υποστήριξη των επιχειρημάτων, μέσω γραφικών αναπαραστάσεων των κινήσεων επιχειρηματολογίας. Τα ευρήματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός της επιχειρηματολογίας με μια διαμεσολαβητική προοπτική οδηγούν στην εννοιολογική εκμάθηση μιας επιστημονικής έννοιας.

Το 2012, οι Zeynep Isik-Ercan, Hatice Zeynep Inan, Jeffrey A. Nowak και Beomjin Kim μελέτησαν κάτι πρωτοπόρο για εκείνη την εποχή: την εξερεύνηση της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης, μέσω τρισδιάστατων τεχνολογιών (με τη χρήση ειδικών γυαλιών) σε μια ενότητα Επιστήμης και Γραμματισμού από τριάντα πέντε

(35) μαθητές αστικής δευτεροβάθμιας τάξης (2nd grade). Διεξήχθησαν pre και post συνεντεύξεις, ηχογραφημένα μαθήματα και παρατηρήσεις της τάξης. Κατασκευάστηκαν τρεις (3) τρισδιάστατες και διαδραστικές μονάδες λογισμικού, που προσομοίωναν τον κύκλο της ημέρας / νύχτας, τις φάσεις της Σελήνης και τις εποχές. Τα συμπεράσματα της έρευνας ήταν ότι η τρισδιάστατη απεικόνιση θεωρείται μια επιτυχής μέθοδος για την εκμάθηση των αστρονομικών φαινομένων, ειδικότερα στα μικρά παιδιά.

Εικόνα 6. Η τρισδιάστατη προσομοίωση του κύκλου της ημέρας / νύχτας



Η Sibel Özsoy (2012) διερεύνησε τις αντιλήψεις εκατόν είκοσι τεσσάρων (124) παιδιών Δημοτικού Σχολείου (πρώτης τάξης) σε μια αστική πόλη της Τουρκίας σχετικά με το σχήμα της Γης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ζωγραφιών και ημι-δομημένων συνεντεύξεων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις ζωγραφίες έδειξαν, ότι μόνο το ένα τρίτο των συμμετεχόντων ζωγράφισε επιστημονικά αποδεκτές εικόνες της Γης. Ωστόσο, οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις αποκάλυψαν ότι περισσότερα παιδιά διαθέτουν επιστημονικές γνώσεις σχετικά με το σχήμα της Γης.

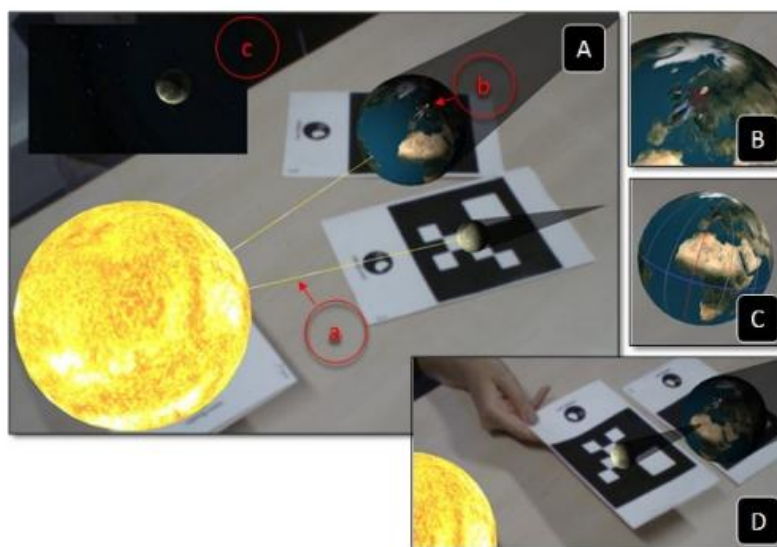
Η έρευνα των Matthew H. Schneps, Jonathan Ruel, Gerhard Sonnert, Mary Dussault, Michael Griffin και Philip M. Sadler (2014) εξέτασε το κατά πόσο η έκθεση σε τρισδιάστατες προσομοιώσεις του Ηλιακού Συστήματος προωθεί την κατανόηση από τους μαθητές των φαινομένων, στα οποία δημιουργούνται συχνά παρερμηνείες. Συμμετείχαν εκατόν πενήντα δύο (152) μαθητές από ένα δημόσιο γυμνάσιο σε μια ανατολική πόλη της Μασαχουσέτης. Κυρίαρχο εργαλείο αποτέλεσε η ηλεκτρονική

εφαρμογή *Solar Walk*, μέσω της χρήσης ταμπλετών. Διαπιστώθηκε, ότι οι σύντομες εκθέσεις προσομοίωσης του Ηλιακού Συστήματος αναπτύσσουν την κατανόηση των μαθητών σε περιοχές, όπου η παραδοσιακή εκπαίδευση είναι αναμφισβήτητα αναποτελεσματική.

Το 2015, οι D. Galperin και A. Raviolo ανέλυσαν την εξέλιξη των αντιλήψεων του κύκλου της ημέρας / νύχτας από διακόσιους εβδομήντα εννέα (279) μαθητές διαφορετικών ηλικιών και εκπαιδευτικούς στην περιοχή της Παταγονίας (Αργεντινή). Τα εργαλεία της έρευνας ήταν: ζωγραφιές, γραπτές εξηγήσεις και ημι-δομημένες, ατομικές συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί, όσο και οι μαθητές είχαν σημαντικά προβλήματα κατανόησης. Οι περισσότεροι μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου χρησιμοποίησαν το τοποκεντρικό πλαίσιο αναφοράς (με τον Ήλιο να κινείται στον ουρανό και να είναι είτε πάνω, είτε κάτω από τον τοπικό ορίζοντα), προκειμένου να εξηγήσουν το φαινόμενο της ημέρας / νύχτας. Αντίθετα, οι δάσκαλοι και οι μαθητές κολλεγίου χρησιμοποίησαν το ηλιοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς.

Το ίδιο έτος, από τους Stéphanie Fleck και Martin Hachet παρουσιάστηκε το AIBLE- HELIOS, ένα απτό και επαυξημένο περιβάλλον για την εκμάθηση οπτικών φαινομένων στην αστρονομία. Οι απτές διεπαφές χρήστη (Tangible User Interfaces) περιλαμβάνουν τις χειρονομίες, την φυσική κίνηση και την ενσωμάτωση, που διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στους εκπαιδευτικούς μας στόχους. Από την άλλη, ο στόχος της Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι να ενσωματώσει εικονικά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο. Στο AIBLE-HELIOS, οι χρήστες χειρίζονται τους εικονικούς αστέρες (π.χ. τον Ήλιο, τη Γη, τη Σελήνη), με φυσικά κινούμενους δείκτες, ακολουθώντας μια απτή προσέγγιση. Διαθέτει φωτισμό της σκηνής με βάση τα σωματίδια, σκιάσεις και εικονικές γραμμές, που συμβολίζουν τις διαδρομές του φωτός ή την προαιρετική απεικόνιση των μεσημβρινών. Τα παιδιά που χρησιμοποιούν το AIBLE- HELIOS έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν τις δικές τους νοητικές διαδικασίες και να εμπλακούν με διαισθητικούς χειρισμούς.

Εικόνα 7. Η ψηφιακή εφαρμογή AIBLE- HELIOS



Η μελέτη του Mesut Saçkes (2015) αναφερόταν στα νοητικά μοντέλα σαράντα έξι (46) παιδιών νηπιακής ηλικίας, τα οποία σχετίζονταν με τον κύκλο της ημέρας / νύχτας και προωθούσαν τη συμμετοχή στις παιδαγωγικές πρακτικές που στόχευαν στις αστρονομικές έννοιες, σε τάξεις νηπιακής ηλικίας. Μέσα από ατομικές και ημι-δομημένες συνεντεύξεις, οι οποίες περιελάμβαναν και ένα τρισδιάστατο μοντέλο του Ηλίου και της Γης προέκυψαν επτά (7) τύποι νοητικών μοντέλων του κύκλου της ημέρας / νύχτας: τέσσερα αρχικά μοντέλα (π.χ. ότι ο Ήλιος πάει μακριά και επιστρέφει ξανά), δύο συνθετικά (π.χ. η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και ο Ήλιος πηγαίνει μακριά και επιστρέφει) και ένα επιστημονικό (η περιστροφή της Γης στον άξονά της προκαλεί τον κύκλο της ημέρας και της νύχτας).

Το 2016, οι Orhan Ercan, Kadir Bilen και Enrim Ural διερεύνησαν την επίδραση μιας μεθόδου διδασκαλίας βασισμένης στο διαδίκτυο, σχετικά με τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και τις στάσεις της ενότητας Επιστήμης και Τεχνολογίας της πέμπτης τάξης (5th grade) της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, «Το σύστημα της Γης, του Ηλίου και της Σελήνης». Η έρευνα ήταν μια σχεδόν πειραματική μελέτη με πειραματικές ομάδες και ομάδες ελέγχου, που αποτελούνταν από πενήντα τέσσερις (54) μαθητές της πέμπτης τάξης (5th grade). Τα μαθήματα στην πειραματική ομάδα

των είκοσι έξι (26) μαθητών διδάχθηκαν με τη βοήθεια διδακτικού υλικού βασισμένου στο διαδίκτυο, σε υπολογιστικό περιβάλλον, ενώ οι μαθητές στην ομάδα ελέγχου των είκοσι οκτώ (28) μαθητών διδάχθηκαν σύμφωνα με το βιβλίο. Τα ευρήματα υποδηλώνουν μια σημαντική διαφορά υπέρ της πειραματικής ομάδας στην επίτευξη της στα μαθήματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας και στις θετικές στάσεις απέναντι στις τεχνολογίες των υπολογιστών και την αστρονομία.

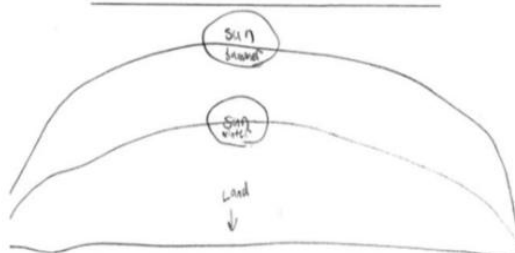
Οι Chelsey Dankenbring και Brenda M. Carobianco (2016) εξέτασαν τις αντιλήψεις εξήντα επτά (67) μαθητών Δημοτικού Σχολείου (5th grade) σχετικά με τις σχέσεις Ηλίου- Γης, ως αποτέλεσμα της εμπλοκής σε μια επιστημονική εργασία, η οποία βασίζεται στον μηχανικό σχεδιασμό. Κάθε εκπαιδευτικός είχε στην τάξη δύο (2) ομάδες μαθητών: μία ομάδα που ασχολήθηκε με παραδοσιακά επιστημονικά μαθήματα και μία ομάδα που ασχολήθηκε με επιστημονικά μαθήματα βασισμένα στον μηχανικό σχεδιασμό. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω tests πολλαπλής επιλογής, ενός στοιχείου draw-and-explain, καθώς και με ημι-δομημένες συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια σειρά από πέντε (5) διαφορετικά νοητικά μοντέλα, που εκφράζονταν και από τις δύο ομάδες μαθητών.

Εικόνες 8 και 9. Δύο από τα πέντε νοητικά μοντέλα, το μοντέλο της κλίσης της Γης (αριστερά) και το μοντέλο της διαδρομής του Ηλίου (δεξιά)

In North America, the amount of daylight is longer during the summer and shorter during the winter. Please draw a picture that explains why this happens. Label everything in your drawing.



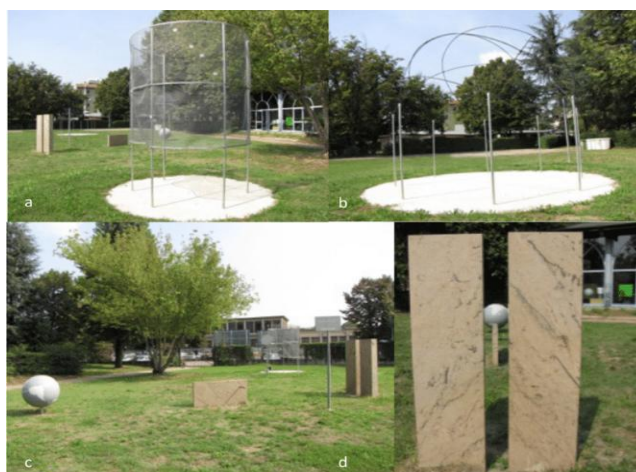
In North America, the amount of daylight is longer during the summer and shorter during the winter. Please draw a picture that explains why this happens. Label everything in your drawing.



Επιπλέον, οι Sabrina Rossi, Enrica Giordano και Nicoletta Lanciano (2016) παρουσίασαν το καινοτόμο προτζεκτ «Sky on Earth», που χρηματοδοτήθηκε το 2008 από το Ιταλικό Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Πανεπιστημίου εντός του ετήσιου προγράμματος δημόσιας εκπαίδευσης. Στόχος του ήταν η υλοποίηση ενός σταθερού και ανοιχτά προσβάσιμου αστρονομικού κήπου, όπου τα παιδιά, οι δάσκαλοι και οι

πολίτες, θα μπορούσαν να ασχολούνται με τις έρευνες σχετικά με τα φαινόμενα του πρωινού και νυχτερινού ουρανού (π.χ. ο κύκλος ημέρας / νύχτας, οι φάσεις της Σελήνης), χρησιμοποιώντας ποικίλα εργαλεία, φόρμες αναπαράστασης και τρισδιάστατα μοντέλα. Τα μέσα αυτά ήταν: 1) το παρατηρητήριο πλέγματος, 2) το παρατηρητήριο του θόλου, 3) η πύλη του Ηλίου, 4) η πλίνθος του Πτολεμαίου και 5) η παράλληλη σφαίρα.

Εικόνα 10. Κάποια από τα μέσα του αστρονομικού κήπου της GiocheriaLaboratori



Το 2017, ο Suleyman Aydin ανίχνευσε τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το σύστημα του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης και αποσαφήνισε τις στάσεις των μαθητών της έβδομης τάξης (7th grade) γύρω από το θέμα. Το δείγμα αυτής της μελέτης αποτελούνταν από εκατό (100) μαθητές, οι οποίοι φοιτούσαν σ' ένα Δευτεροβάθμιο Σχολείο της επαρχίας Agri (Τουρκία) κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013. Μέσα από την κλίμακα της στάσης των μαθητών απέναντι στην αστρονομία, καθώς και μέσα από ημι-δομημένες συνεντεύξεις διαπιστώθηκε, ότι οι περισσότεροι μαθητές ήταν πολύ μακριά από την επιστημονική σχέση και τη μοντελοποίηση. Κάποιοι από τους μαθητές ερμήνευσαν την έννοια ζωγραφίζοντας, ενώ κάποιοι από αυτούς δεν μπορούσαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις. Ενδεικτικά, στην ερώτηση για την περιγραφή των ουράνιων σωμάτων (από τους μαθητές), η πλειοψηφία (22%) περιγράφει τον Ήλιο ως πηγή θερμότητας. Ωστόσο, ένα 7% υποστηρίζει ότι ο Ήλιος ήταν ένας πλανήτης και ένα 6% ότι ο Ήλιος ήταν ένα αστέρι.

Οι Stella Vosniadou και Irini Skopeliti (2017) εξέτασαν την υπόθεση ότι η ανάγνωση ενός επιστημονικού κειμένου ενδέχεται να δημιουργήσει νέες παρανοήσεις

στους μαθητές. Ενενήντα εννέα (99) παιδιά της τρίτης και της πέμπτης τάξης (3rd and 5th grade) από το ίδιο Δημοτικό Σχολείο προαστίου της Αθήνας (Ελλάδα), διάβασαν και ανακάλεσαν στη μνήμη τους ένα από τα δύο κείμενα, που παρείχαν επιστημονικές ή φαινομενικές εξηγήσεις του κύκλου της ημέρας / νύχτας. Όλοι οι συμμετέχοντες έδωσαν γραπτές και εικονογραφημένες εξηγήσεις για το συγκεκριμένο φαινόμενο, πριν από την ανάγνωση ενός από τα κείμενα και αφού το διάβασαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι οι συμμετέχοντες που παρείχαν εξηγήσεις για τον κύκλο της ημέρας και της νύχτας, σε προκαταρκτική δοκιμή (pre- test) με επιστημονική εξήγηση, ανακάλεσαν στη μνήμη λιγότερες πληροφορίες και παρήγαγαν περισσότερα άκυρα συμπεράσματα. Μια ανάλυση των εξηγήσεων των post- test των συμμετεχόντων έδειξε ότι αυτοί σχημάτισαν νέες παρερμηνείες.

Οι David Pundak, Ido Liberman και Miri Shacham (2017) εξέτασαν το πώς πεντακόσιοι τριάντα επτά (537) μαθητές κολλεγίου αλλάζουν τα αρχικά εννοιολογικά τους πλαίσια και κατασκευάζουν νοητικά μοντέλα στην αστρονομία. Οι απαντήσεις τους ταξινομήθηκαν σε ένα από τα τέσσερα νοητικά μοντέλα: το προ-επιστημονικό, το γεωκεντρικό, το ηλιοκεντρικό και το αστρικό/ επιστημονικό. Οι περισσότεροι μαθητές υιοθέτησαν έναν συνδυασμό αυτών των μοντέλων και χρησιμοποίησαν διαφορετικά εννοιολογικά πλαίσια για διαφορετικά αστρονομικά φαινόμενα. Αξίζει να αναφερθεί, ότι το αστρικό / επιστημονικό μοντέλο είναι το πιο επιστημονικά προοδευτικό από τα τέσσερα μοντέλα που αναφέρθηκαν και διαχειρίζεται τα πιο συστηματικά, αστρονομικά, εννοιολογικά πλαίσια.

Ωστόσο, προκειμένου να προωθηθεί η εννοιολογική αλλαγή απαιτείται ο σχεδιασμός των προγραμμάτων σπουδών και της διδασκαλίας, που αποσκοπούν στη μείωση του χάσματος μεταξύ των αναμενόμενων αρχικών γνώσεων των μαθητών και των επιστημονικών πληροφοριών που πρέπει να αποκτηθούν, ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους συνήθεις επικοινωνιακούς μηχανισμούς και μηχανισμούς εμπλουτισμού στη μάθηση με επιτυχία (Vosniadou & Skopeliti, 2014).

Τέλος, οι Eric J. Blown και Tom G. K. Bryce (2018) μελέτησαν τις πηγές γνώσης της αστρονομίας των παιδιών (3- 18 ετών) στην Κίνα και τη Νέα Ζηλανδία, μαζί με την ανάπτυξη της ευαισθητοποίησής τους σχετικά με την ποικιλία των πηγών που χρησιμοποιούν ή έχουν χρησιμοποιήσει, ιδίως στη μετάβαση από την καθημερινή στην επιστημονική σκέψη και γλώσσα. Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων

ήταν εξακόσια ογδόντα οκτώ (688) άτομα από τα οποία: πεντακόσια τριάντα οκτώ (538) ήταν παιδιά από τη Νέα Ζηλανδία και την Κίνα, εξήντα πέντε (65) εκπαιδευτικοί, ογδόντα (80) γονείς και πέντε (5) βιβλιοθηκονόμοι. Τα ευρήματα μέσα από τις ημι-δομημένες συνεντεύξεις (λεκτική επικοινωνία, ζωγραφική, μοντελοποίηση με πλαστελίνες) των παιδιών και τα ερωτηματολόγια έδειξαν ότι μερικές από τις πηγές γνώσης της αστρονομίας των παιδιών είναι το οικογενειακό τους περιβάλλον (του οποίου οι απόψεις παίζουν κυρίαρχο ρόλο στα πρώτα χρόνια της ζωής του παιδιού), τα επιστημονικά βιβλία ή περιοδικά, το διαδίκτυο, οι εκπαιδευτικοί κλπ.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Εκπαιδευτικό σενάριο

Το εκπαιδευτικό σενάριο αφορά τη διδασκαλία της Αστρονομίας στο Δημοτικό Σχολείο και πιο συγκεκριμένα τη διδασκαλία του φαινομένου του κύκλου της ημέρας /νύχτας, με την αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Αν και η πλειοψηφία των σεναρίων, τα οποία χρησιμοποιούν την Εκπαιδευτική Ρομποτική, εστιάζουν συνήθως στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης, το συγκεκριμένο σενάριο στοχεύει στη μετατροπή της χρήσης της Ρομποτικής, ως ένα από εργαλείο προσομοίωσης με το οποίο οι μαθητές πειραματίζονται, διατυπώνουν υποθέσεις και τις εφαρμόζουν, μέσω εξαιρετικά απλών εργασιών προγραμματισμού. Βασικός σκοπός λοιπόν αυτού είναι να εξαλείψει τις παρανοήσεις που δημιουργούνται στα παιδιά γύρω από το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας π.χ. ότι η νύχτα προκύπτει από τα σύννεφα που μπαίνουν μπροστά από τον Ήλιο και τον «μπλοκάρουν» ή ότι η μέρα προκύπτει, διότι ο Ήλιος εμφανίζεται πίσω από τα βουνά.

Η θεματολογία του σεναρίου που επελέγη ήταν αρκετά περίπλοκη, καθώς απευθύνεται στον megάκοσμο. Ο megάκοσμος δεν μπορεί να γίνει άμεσα αντιληπτός και κατανοητός από τους ανθρώπους, καθώς η προσέγγισή του αποτελεί μια πολύπλοκη και δύσκολη υπόθεση. Γι' αυτόν τον λόγο, οι άνθρωποι αδυνατούν να εξηγήσουν το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας, παρόλο που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους.

3.2 Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν δεκαέξι (16) μαθητές, από τους οποίους οι οκτώ (8) πήγαιναν στην Ε' τάξη και οι υπόλοιποι οκτώ (8) στη Στ' τάξη. Τα παιδιά προέρχονταν από πέντε διαφορετικά δημοτικά σχολεία της Φλώρινας, με τα περισσότερα να φοιτούν στο Πρότυπο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο της πόλης. Επιπλέον, εννιά (9) από τους δεκαέξι μαθητές παρακολουθούν μαθήματα στον Όμιλο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής του σχολείου, «Πολυμήχανοι Κατασκευαστές».

3.3 Υλικά έρευνας

Το βασικότερο ίσως εργαλείο της παρέμβασης ήταν το ρομπότ, του οποίου η κατασκευή ήταν εξαιρετικά απαιτητική. Αυτό αποτελούταν από κομμάτια και εξαρτήματα, που περιλαμβάνονταν στο kit Mindstorms της Lego. Παρουσίαζε τον πλανήτη Γη και εκτελούσε πέντε κινήσεις: δύο μεγάλοι κινητήρες βοηθούσαν το ρομπότ να κινηθεί γύρω από το μοντέλο του Ηλίου (με τη συμβολή δύο ροδών), ένας μικρός κινητήρας περιέστρεφε τη Γη γύρω από τον εαυτό της, ένας μεγάλος κινητήρας άλλαζε την κλίση του άξονα της Γης και ένας μικρός κινητήρας διατηρούσε τον άξονά της σε σταθερή θέση.

Το δυσκολότερο εγχείρημα ήταν να βρεθεί ένας τρόπος, ώστε να αλλάζει αποτελεσματικά η κλίση του άξονα της Γης και να παραμένει η θέση του σταθερή. Αυτό το ζήτημα επιλύθηκε με κάποια επιπλέον τουβλάκια της Lego (τα κίτρινα, που διακρίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες), τα οποία είχαν τη δυνατότητα να σχηματίζουν μεγάλους κύκλους. Σχηματίστηκαν λοιπόν πέντε κύκλοι, οι δύο από τους οποίους τοποθετήθηκαν κάθετα πάνω στη ρομποτική κατασκευή και τρεις που τοποθετήθηκαν οριζόντια. Πάνω σε αυτούς ενσωματώθηκαν διαφόρων μεγεθών γρανάζια και λοιπά εξαρτήματα, καθώς και κινητήρες. Ακόμη, το ρομπότ διαθέτει δύο προγραμματιζόμενα τούβλα (bricks), το ένα εκ των οποίων είναι υπεύθυνο για την κίνηση των δυο κάθετων κύκλων και το άλλο για την κίνηση των τριών οριζόντιων κύκλων, καθώς και για την κίνηση του ρομπότ.

Εικόνες 11, 12 και 13. Το ρομποτικό μοντέλο της Γης και το μοντέλο του Ηλίου



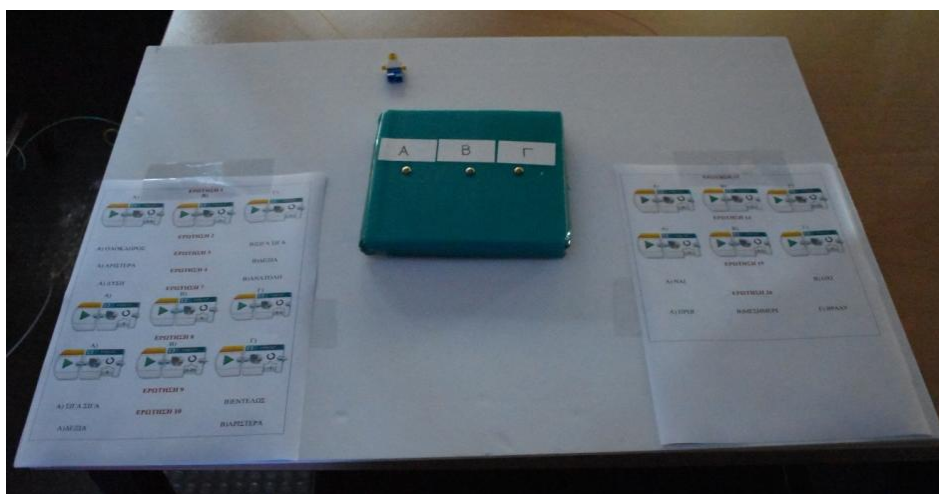


Ένα εξίσου σημαντικό εργαλείο ήταν το “Scratch”. Το “Scratch” είναι μια διερμηνεύσιμη δυναμική οπτική γλώσσα προγραμματισμού, η οποία επιτρέπει σε αλλαγές του κώδικα ακόμη και κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των προγραμμάτων. Στόχος της είναι η διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού σε παιδιά και εφήβους και να τους επιτρέψει να δημιουργήσουν παιχνίδια, βίντεο και μουσική. Μπορεί να μεταφορτωθεί δωρεάν και χρησιμοποιείται σε μια ευρεία ποικιλία δράσεων εντός και εκτός σχολείου ανά τον κόσμο.

Το “Scratch” που αξιοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα είχε τη μορφή ιστορίας. Προβαλλόταν μέσω προτζέκτορα στο πάτωμα, στο οποίο ήταν τοποθετημένος ένας λευκός μουσαμάς. Διέθετε διάφορες εικόνες, ήχους κλπ. και αποτελούταν από ποικίλα ερωτήματα. Το κάθε ερώτημα συνοδευόταν από δύο ή τρεις πιθανές απαντήσεις (τα πλήκτρα του Η/Υ που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το πάνω, το κάτω και το δεξί βέλος). Αυτές ήταν εγγεγραμμένες σε δύο σελίδες. Η κάθε πιθανή απάντηση επιλεγόταν μέσω ενός τηλεχειριστήριου, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με την ηλεκτρονική πλακέτα “Makey Makey”, καθώς και με τον Η/Υ και το “Scratch”. Το τηλεχειριστήριο αυτό είχε τις επιλογές Α, Β και Γ και οι μαθητές καλούνταν να επιλέξουν τη σωστή, προκειμένου να περάσουν στην επόμενη ερώτηση.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι το “Makey Makey” είναι ένα ηλεκτρονικό εργαλείο και παιχνίδι, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να μετατρέπουν καθημερινά αντικείμενα σε απτές διεπαφές και να τις συνδυάζουν με το διαδίκτυο. Αποτελείται από μια πλακέτα κυκλώματος, καθώς και διάφορα καλώδια. Το εργαλείο δέχεται εντολές από το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι οποιουδήποτε Η/Υ.

Εικόνα 14. Το τηλεχειριστήριο με “Makey Makey”



3.4 Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων δόθηκε στους μαθητές ένα Pre test (22 ερωτημάτων), πριν τη διεξαγωγή της παρέμβασης, το οποίο περιελάμβανε ερωτήματα ανάκλησης προϋπάρχουσας γνώσης, για τις κινήσεις της Γης, για το φαινόμενο του κύκλου της ημέρας / νύχτας, για τα διαστήματα της ημέρας (π.χ. πρωί, μεσημέρι), για τον προσανατολισμό στα σημεία του ορίζοντα και για τον άξονα της Γης. Μετά τη διεξαγωγή της παρέμβασης δόθηκε στα παιδιά το ίδιο test, αλλά με διαφορετική ονομασία (Post test), προκειμένου να διαπιστωθεί τι αποκόμισαν από την όλη διαδικασία.

Τέλος, έγινε μια σύντομη αξιολόγηση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, μέσω ενός ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου 21 ερωτήσεων κλίμακας Likert πέντε (5) επιπέδων και ακολούθησαν αμέσως μετά ημι-δομημένες συνεντεύξεις. Σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν να αξιολογήσει το περιβάλλον, τη χρηστικότητα και την ελκυστικότητά του. Κάποια στοιχεία του ερωτηματολογίου προέκυψαν από την κλίμακα Flow State (Jackson & Marsh, 1996) και το ερωτηματολόγιο AttrakDiff (Hassenzahl & Monk, 2010). Οι μεταβλητές που ελέγχθηκαν αφορούσαν:

- **Ευκολία στη χρήση (3 ερωτήσεις):** Μέτρηση του πόσο εύκολο είναι να χρησιμοποιήσει κάποιος το σύστημα.

- **Ικανοποίηση χρήστη (3 ερωτήσεις):** Μέτρηση του βαθμού στον οποίο το σύστημα προσφέρει εσωτερική ικανοποίηση του χρήστη.
- **Προσλαμβανόμενη μαθησιακή αξία (3 ερωτήσεις):** Μέτρηση των αντιλήψεων των μαθητών για την εκπαιδευτική αξία του περιβάλλοντος.
- **Συγκέντρωση χρήστη (3 ερωτήσεις):** Μέτρηση της συγκέντρωσης κατά τη χρήση του συστήματος.
- **Επίτευξη στόχων – Πρακτικότητα (4 ερωτήσεις):** Μέτρηση του βαθμού στον οποίο το σύστημα επιτρέπει σε έναν χρήστη να επιτύχει τους στόχους του.
- **Ηδονική ποιότητα – Ενεργοποίηση (3 ερωτήσεις):** Μέτρηση του βαθμού στον οποίο το σύστημα ικανοποιεί την ανάγκη του χρήστη για καινοτομία και κατά πόσο τον ενδιαφέρει.
- **Ηδονική ποιότητα – Ταύτισης: (3 ερωτήσεις)** Μέτρηση του βαθμού στον οποίο το σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να ταυτιστεί με αυτό.

Οι συνεντεύξεις αποσκοπούσαν στην εξαγωγή των ποιοτικών αξιολογήσεων των μαθητών και στο να περιγράψουν με δικά τους λόγια την εμπειρία τους με το εκπαιδευτικό περιβάλλον, την Εκπαιδευτική Ρομποτική, καθώς και να συνδέσουν την Εκπαιδευτική Ρομποτική με το δημοτικό σχολείο. Τα ερωτήματα επικεντρώθηκαν στο αν άρεσε ή δεν άρεσε η παρέμβαση στους μαθητές, αν την προτιμούσαν συγκριτικά με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας στο δημοτικό σχολείο, αν τους δυσκόλεψε κάτι κατά τη διεξαγωγή της και αν έμαθαν κάτι νέο, το οποίο δεν γνώριζαν. Όλες οι ηχογραφημένες συνεντεύξεις μεταγράφηκαν και στη συνέχεια κωδικοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν εντός και μεταξύ των περιπτώσεων.

3.5 Διαδικασία

Τα παιδιά συμμετείχαν ανά δυάδες στην προσομοίωση και αυτή διαρκούσε περίπου μία (1) ώρα, για το κάθε γκρουπ μαθητών. Όπως αναφέρεται και παραπάνω, πριν τη διεξαγωγή της παρέμβασης, τα παιδιά συμπλήρωναν το Pre test. Αφού ολοκλήρωναν τη συμπλήρωσή του, μετέβαιναν στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Εκεί, τους περίμενε η εκπαιδευτικός, η οποία τους έκανε μια γενικότερη εισαγωγή, με διάφορα βίντεο, στο διάστημα και στα ουράνια σώματα, στο φαινόμενο του κύκλου της

ημέρας / νύχτας κλπ. Στη συνέχεια, ακολουθούσε η ιστορία του “Scratch” και οι μαθητές καλούνταν να δώσουν σωστές απαντήσεις στα ερωτήματα και να προγραμματίσουν το ρομποτικό μοντέλο.

Η διδακτική ακολουθία της ιστορίας του “Scratch” περιελάμβανε τα εξής:

Εισαγωγικό μέρος

«Γεια σας μικροί ρομπο-εξερευνητές. Ποιοι από εσάς θέλουν να κάνουμε ένα σύντομο αλλά ταυτόχρονα συναρπαστικό ταξίδι; Που πιστεύετε όμως ότι θα ταξιδέψουμε, με βάση αυτό που παρατηρείτε στο βίντεο; Πολύ σωστά... Στο διάστημα. Και δεν μου λέτε παιδιά, σας αρέσει να βλέπετε το διάστημα; Αν περιγράφατε με λίγες λεξούλες το διάστημα, ποιες θα ήταν αυτές; Το διάστημα παιδιά είναι κάτι μεγάλο, άγνωστο και πολύ μυστηριώδες. Όμως, όσο μεγάλο κι αν είναι, καθορίζει και σε τεράστιο βαθμό τη ζωή μας».

«Ένα πολύ σημαντικό διαστημικό φαινόμενο που επηρεάζει την καθημερινότητά μας είναι το φαινόμενο της ημέρας και της νύχτας. Πως πιστεύετε ότι επηρεάζει τη ζωή μας ή τι δύναμη έχει στη ζωή μας;».

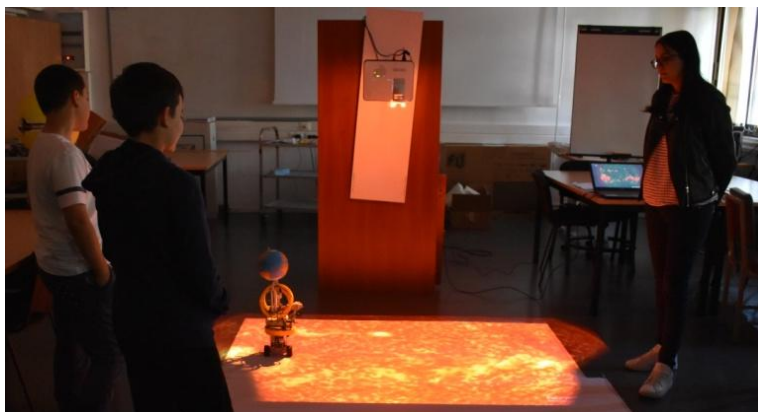
«Οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν, ότι ο Ήλιος διέσχιζε τον ουρανό με το άρμα του την ημέρα και έπλεε γύρω από τη Γη σε ένα χρυσό κύπελλο τη νύχτα, ενώ οι αρχαίοι Αιγύπτιοι πίστευαν ότι ο θεός Ήλιος, ο Ra, ταξίδευε πάνω σε έναν ηλιακό φλοιό, στις 12 επαρχίες τις Αιγύπτου (που συμβόλιζαν τις 12 ώρες της ημέρας). Ωστόσο, ο Ra πέθαινε σε κάθε ηλιοβασίλεμα με αποτέλεσμα να δίνει σκοτάδι σε όλο τον κόσμο. Όσο ήταν νεκρός, πήγαινε στον Κάτω κόσμο και πολεμούσε το φίδι – δαίμονα, Apep. Ο Ra έβγαινε κάθε φορά νικητής από την μάχη και συνέχιζε το ταξίδι του, μέχρι να πεθάνει ξανά».

«Ενδιαφέρουσες και ξεχωριστές απόψεις. Τι έχετε να πείτε; Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με αυτές; Εσείς πιστεύετε, ότι έτσι προκύπτει η μέρα και η νύχτα; Ουσιαστικά, για την πραγματοποίηση αυτού του φαινομένου «συνεργάζονται» δύο ουράνια σώματα. Μπορείτε να φανταστείτε ποια είναι αυτά;».

«Ποιοί μπορούν να μου πουν, πως ονομάζεται το ουράνιο σώμα που βλέπουμε; Σωστά. Είναι ο Ήλιος. Ο Ήλιος είναι ένα πολύ λαμπερό αστέρι. Πως

πιστεύετε ότι επηρεάζει ο Ήλιος τη ζωή μας; Αν δεν υπήρχε ο Ήλιος, θα μπορούσαμε να ζήσουμε φυσιολογικά; Αν ναι, γιατί; Αν όχι, γιατί;».

Εικόνα 15. Παρουσίαση βίντεο για τον Ήλιο



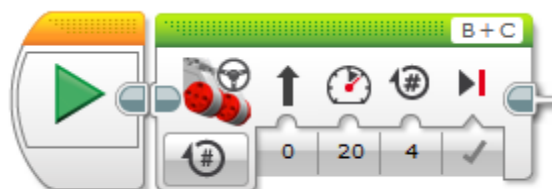
«Ποιο όμως ουράνιο σώμα «συνεργάζεται» με τον Ήλιο, προκειμένου να έχουμε μέρα και νύχτα; Παρατηρήστε το ρομπότ, που είναι κατασκευασμένο με τουβλάκια της Lego. Τι μας δείχνει; Τη Γη, σωστά. Η Γη αποτελείται από τρία βασικά σημεία: τον Βόρειο και τον Νότιο Πόλο, καθώς και τον Ισημερινό. Ο Βόρειος Πόλος είναι το βορειότερο άκρο της Γη, ενώ ο Νότιος Πόλος το νοτιότερο. Ο Ισημερινός είναι η νοητή γραμμή, που χωρίζει τη Γη σε δυο ίσα μέρη (ημισφαίρια), το βόρειο και το νότιο ημισφαίριο».

«Για να δούμε και κάτι ακόμη... Η Γη, όπως και τα περισσότερα ουράνια σώματα πραγματοποιεί κάποιες κινήσεις. Ξέρουμε όμως πως κινείται η Γη, με ποιον τρόπο; Για τον λόγο αυτό έχουμε κατασκευάσει κι εμείς αυτό το ρομποτικό μοντέλο, προκειμένου να πραγματοποιεί κάποιες κινήσεις: την κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο, η οποία ονομάζεται περιφορά και την κίνηση της Γης γύρω από τον εαυτό της, η οποία ονομάζεται περιστροφή».

«Το ρομπότ αυτό κινείται με τη βοήθεια πέντε κινητήρων. Μπορείτε να τους εντοπίσετε; Υπάρχουν δύο μεγάλοι κινητήρες που βοηθούν το ρομπότ να κινηθεί γύρω από τον Ήλιο. Υπάρχει άλλος ένας μεγάλος κινητήρας που αλλάζει την κλίση του άξονα της Γης και υπάρχουν και δυο μικροί κινητήρες. Ο ένας περιστρέφει τη Γη γύρω από τον εαυτό της και ο δεύτερος διατηρεί την κλίση του άξονα της Γης σε σταθερή θέση».

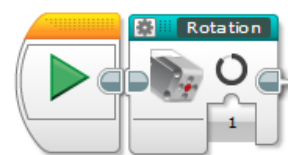
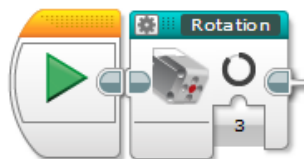
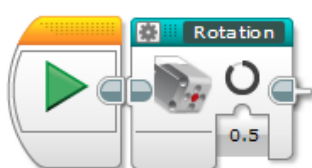
«Για να μπορέσουμε να προγραμματίσουμε το ρομπότ, θα χρειαστούμε έναν Η/Υ και την ηλεκτρονική εφαρμογή Lego Mindstorms EV3, που βλέπετε στην οθόνη του υπολογιστή. Στην αρχή κάθε προγράμματος τοποθετούμε πάντοτε το πλήκτρο «play». Το έχετε ξαναδεί κάπου, κάποια άλλη φορά; Αν λείπει αυτό το κουμπί, δεν μπορούμε να δώσουμε εντολές στο ρομπότ (θα επεξηγηθούν και τα κουμπιά, τα οποία σχετίζονται με τους κινητήρες). Τώρα που μάθατε τι κάνει το κάθε κουμπί, σίγουρα θέλετε να φτιάξετε ένα πρόγραμμα, για να δείτε πώς κινείται το ρομπότ. Ώρα να προγραμματίσουμε λοιπόν! Μπορείτε να κάνετε το ρομπότ, να προχωρήσει μπροστά; Πολύ ωραία! Είμαστε έτοιμοι για το εντυπωσιακότερο ταξίδι στο διάστημα; Δέστε τις ζώνες σας μικροί ρομπο-εξερευνητές και φύυύγαμε!».

Εικόνα 16. Ο αλγόριθμος που καλούνται να δημιουργήσουν οι μαθητές



1^η Δραστηριότητα

«Αυτός είναι ο Γιώργος. Ο Γιώργος είναι μαθητής της Στ' Δημοτικού και ζει στην Ελλάδα. Η εβδομάδα μόλις ξεκίνησε και ο Γιώργος πρέπει να πάει στο σχολείο. Εσείς τι ώρα ξυπνάτε (το πρωί); Τι ώρα πάτε στο σχολείο; Ποια εντολή θα ενσωματώνετε στο ρομπότ, ώστε να ξυπνήσει ο Γιώργος και να πάει στο σχολείο» (θα δοθούν οι παρακάτω τρεις εντολές και τα παιδιά θα πρέπει να επιλέξουν μια από αυτές). Επιπλέον, τα παιδιά προγραμματίζουν το ρομπότ με δεδομένο, ότι ο αριθμός 1 συμβολίζει το πέρας μιας ολόκληρης ημέρας. «Τι παρατηρείτε; Ξημερώνει στην Ελλάδα;».



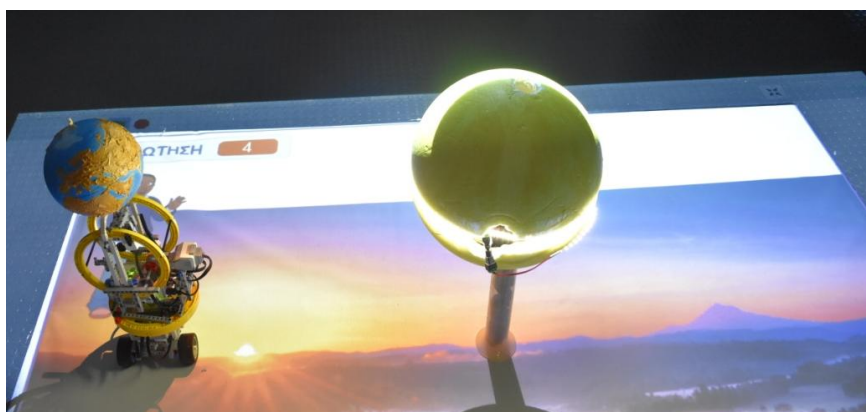
Σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης: «Χμμμμ... Μήπως πήγε κάτι λάθος; Δοκιμάστε να ενσωματώσετε μια άλλη εντολή από αυτές που σας δόθηκαν. Τι παρατηρείτε τώρα;».

«Ο Ήλιος κατά το ξημέρωμα αρχίζει να εμφανίζεται σιγά-σιγά ή έχει εμφανιστεί ολόκληρος; Σε ποιο σημείο του ορίζοντα; Αριστερά ή δεξιά ή πίσω μας; Πως ονομάζεται διαφορετικά αυτό το σημείο; Ανατολή ή Δύση;».

«Ο Ήλιος κατά το ξημέρωμα μικροί ρομπο-εξερευνητές εμφανίζεται σιγά-σιγά, στο αριστερό σημείο του ορίζοντα, το οποίο ονομάζεται διαφορετικά και Ανατολή. Σας αρέσει να βλέπετε την Ανατολή του Ηλίου; Αν ναι, γιατί; Αν όχι, γιατί;».

«Τώρα, θα σας δοθεί ένα ανθρωπάκι από Lego, το οποίο θα συμβολίζει τον Γιώργο. Το ανθρωπάκι αυτό έχει τεντωμένα τα χέρια του, σε οριζόντια θέση. Τοποθετήστε τον Γιώργο πάνω στον χάρτη, έτσι ώστε να κοιτάζει τον Ήλιο. Σε ποιο σημείο του ορίζοντα δείχνει το αριστερό του χέρι και σε ποιο το δεξί;».

Εικόνα 17. Στην Ελλάδα αρχίζει να ξημερώνει



2^η Δραστηριότητα

«Ο Γιώργος λοιπόν ξύπνησε και πήγε στο σχολείο. Θυμήθηκε όμως, ότι η φίλη του η Catherine από το Βανκούβερ του Καναδά έχει γενέθλια και θέλησε να της ευχηθεί. Πήγε στο εργαστήριο πληροφορικής και ζήτησε από την δασκάλα του, να τον βοηθήσει να καλέσει την φίλη του, μέσω Skype. Η Catherine όμως, δεν απάντησε στην κλήση του Γιώργου. Ξέρετε όμως που βρίσκεται ο Καναδάς; Έχετε πάει ποτέ;

Βρείτε τον Καναδά στον χάρτη. Επομένως, γιατί δεν απάντησε (πιθανότατα) η Catherine στην κλήση του Γιώργου;».

«Το Βανκούβερ του Καναδά βρίσκεται 10 ώρες πίσω συγκριτικά με την ώρα της Ελλάδας, επομένως όταν η Ελλάδα έχει ημέρα, στον Καναδά έχει νύχτα».

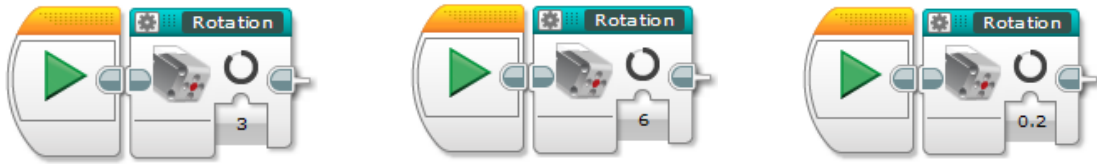
Εικόνα 18. Αναζήτηση του Καναδά πάνω στο ρομποτικό μοντέλο της Γης



3^η Δραστηριότητα

«Το σχολείο τελείωσε για σήμερα και ο Γιώργος πήγε να πάρει ένα παγωτό με γεύση σοκολάτα, που ήταν η αγαπημένη του. Ποια είναι η αγαπημένη σας γεύση; Αγόρασε λοιπόν το παγωτό και άνοιξε τη συσκευασία. Το έβγαλε από μέσα και άρχισε να το τρώει. Παρατήρησε όμως, ότι το παγωτό άρχισε να λιώνει πιο γρήγορα από κάποιες άλλες φορές και έπρεπε να το φάει, πριν του λιώσει εντελώς. Γιατί όμως συνέβη αυτό;».

«Αρχικά θα πρέπει να βρούμε τι ώρα είχε πάει, όταν τελείωσε ο Γιώργος το σχολείο. Εσείς τι ώρα σχολάτε τις περισσότερες φορές από το σχολείο; Και μήπως ξέρετε, ποια είναι η πιο ζεστή ώρα της ημέρας; Το μεσημέρι. Έχετε αναρωτηθεί ποτέ, γιατί είναι η πιο ζεστή ώρα της ημέρας; Γιατί ο Ήλιος περνάει πάνω από την Ελλάδα. Ποια εντολή θα ενσωματώνατε στο ρομπότ, ώστε να έχει περισσότερη ζέστη στην Ελλάδα; Τι παρατηρείτε;».

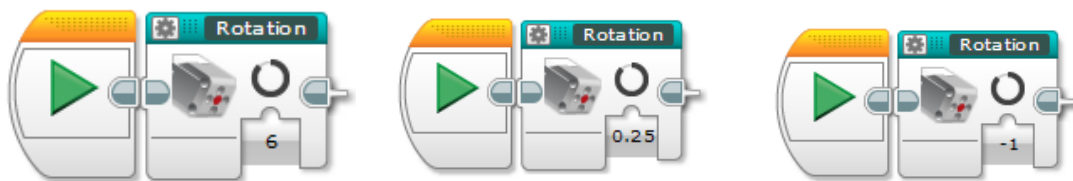


Σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης: «Ουπς... Κάποιο λάθος έχει γίνει. Δοκιμάστε να ενσωματώσετε μια άλλη εντολή από αυτές που σας δόθηκαν. Τι παρατηρείτε τώρα;».

4^η δραστηριότητα

«Ο Γιώργος έφαγε γρήγορα το παγωτό του και πήγε στο σπίτι του για να κάνει τα μαθήματα του σχολείου και να ξεκουραστεί. Αφού ξεκουράστηκε, πήγε στο δημοτικό στάδιο, γιατί είχε μπάσκετ. Εσείς πηγαίνετε σε κάποιο άθλημα μετά το σχολείο; Αν ναι, σε ποιο; Γιατί σας αρέσει να πηγαίνετε εκεί;».

«Ο Γιώργος λοιπόν τελείωσε το μπάσκετ και έπρεπε σιγά-σιγά να γυρίσει στο σπίτι του. Συνειδητοποίησε όμως, ότι από τη στιγμή που γύρισε στο σπίτι του το μεσημέρι μέχρι και τώρα που τελείωσε το μπάσκετ πέρασε μισή μέρα. Πόσες ώρες πέρασαν περίπου; Σε ποιο σημείο θα βρίσκεται η θέση του Γιώργου μετά από 6 ώρες; Ποια εντολή θα ενσωματώνατε στο ρομπότ, ώστε να αρχίσει να νυχτώνει στην Ελλάδα; Τι παρατηρείτε;».



Σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης: «Προσπαθήστε πάλι! Δοκιμάστε να ενσωματώσετε μια άλλη εντολή από αυτές που σας δόθηκαν. Τι παρατηρείτε τώρα;».

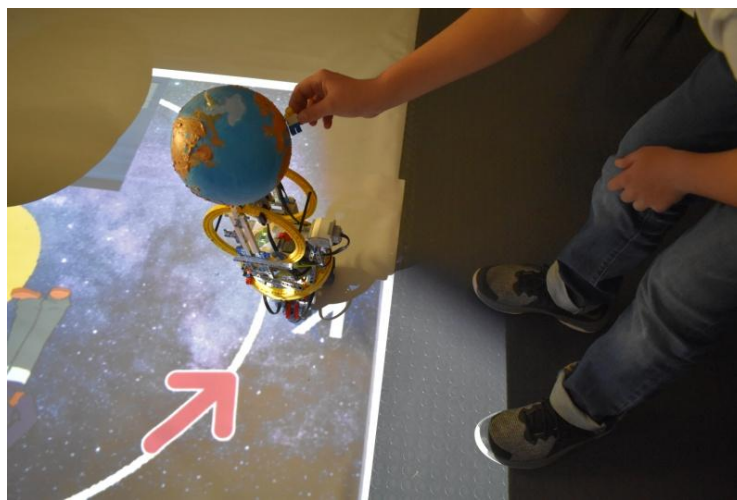
«Κατά το απόγευμα, ο Ήλιος αρχίζει να εξαφανίζεται σιγά-σιγά ή έχει εξαφανιστεί εντελώς; Σε ποιο σημείο του ορίζοντα; Αριστερά ή δεξιά ή πίσω μας; Πως ονομάζεται διαφορετικά αυτό το σημείο; Ανατολή ή δύση;».

«Ο Ήλιος κατά τη δύση του εξαφανίζεται σιγά-σιγά, στο δεξί σημείο του ορίζοντα, το οποίο ονομάζεται διαφορετικά και Δύση. Σας αρέσει να βλέπετε την

Δύση του Ηλίου; Αν ναι, γιατί; Αν όχι, γιατί; Ξέρετε σε ποιο νησί της Ελλάδας έχει εντυπωσιακά ηλιοβασιλέματα;».

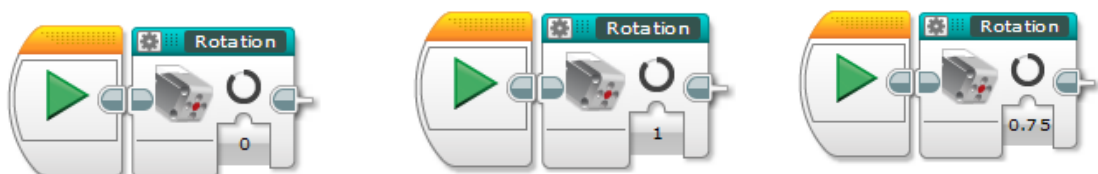
«Για να δούμε λίγο και το ανθρωπάκι από Lego... Ποιο χέρι της φιγούρας (Γιώργου) δείχνει τη Δύση; Το αριστερό ή το δεξί; Γυρίστε τη Γη, ώστε να περάσουν 12 ώρες».

Εικόνα 19. Μαθητής τοποθετεί το ανθρωπάκι από Lego πάνω στο ρομποτικό μοντέλο της Γης



5^η Δραστηριότητα

«Ο Γιώργος γύρισε στο σπίτι του μετά το μπάσκετ και άνοιξε την τηλεόρασή του, για να δει το αγαπημένο του ριάλιτι, το Survivor. Εσείς βλέπετε Survivor; Πότε (τι ώρα) βλέπετε Survivor; Τη νύχτα, το βράδυ. Ο Γιώργος παρακολούθησε ολόκληρο το επεισόδιο του Survivor. Άρχισε όμως να νυστάζει σιγά-σιγά. Είχε έρθει η ώρα να πάει για ύπνο. Εσείς ποια ώρα ροχαλίζετε συνήθως; Πότε ροχαλίζουν οι περισσότεροι άνθρωποι; Ποια εντολή θα ενσωματώνατε στο ρομπότ, ώστε να έχει μεσάνυχτα στην Ελλάδα; Τι παρατηρείτε;».



Σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης: «Προσπαθήστε πάλι! Δοκιμάστε να ενσωματώσετε μια άλλη εντολή από αυτές που σας δόθηκαν. Τι παρατηρείτε τώρα;».

«Κατά τη διάρκεια του βραδινού ύπνου, ο Γιώργος συνειδητοποίησε, ότι άρχισε να κρυώνει. Σηκώθηκε και πήρε μια κουβέρτα από την ντουλάπα, για να σκεπαστεί. Της κρυώνετε περισσότερο τη νύχτα απ' ότι την ημέρα; Γιατί έχει περισσότερο κρύο τη νύχτα; Που οφείλεται αυτό; Ο Ήλιος της είναι γνωστό της ζεσταίνει. Όταν στην Ελλάδα έχει νύχτα σημαίνει, ότι δεν φωτίζεται από τον Ήλιο, άρα δεν ζεσταίνεται παράλληλα. Αυτό έχει ως συνέπεια, να αισθανόμαστε περισσότερο κρύο της βραδινές ώρες, παρά ζέστη».

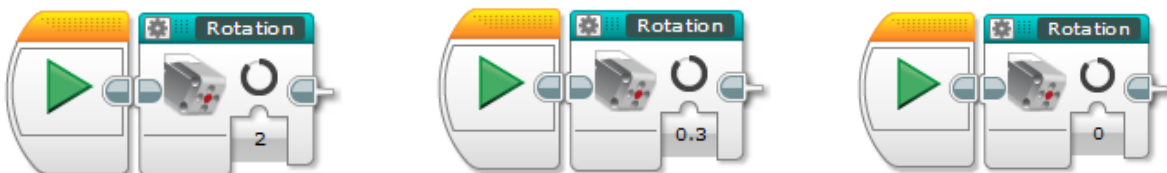
Εικόνα 20. Μαθητής προγραμματίζει το ρομποτικό μοντέλο της Γης



6^η Δραστηριότητα

«Το συγκεκριμένο βράδυ δεν ήταν της όλα τα άλλα. Η μητέρα του Γιώργου, τον ξύπνησε νωρίς, γιατί έπρεπε να πάνε στο αεροδρόμιο. Θα ταξίδευαν στην Αγγλία (στο Λονδίνο), για να δουν τη γιαγιά και τον παππού του. Έχετε συγγενείς στο εξωτερικό; Αν ναι, που; Έχετε ταξιδέψει και της για να της δείτε; Με ποιο μεταφορικό μέσο; Ο Γιώργος και η οικογένειά του επιβιβάστηκαν στο αεροπλάνο, αυτό απογειώθηκε περίπου της 7 το πρωί και ξεκίνησαν το ταξίδι της. Όταν έφθασαν στην Αγγλία, ο Γιώργος κοίταξε την ώρα από ένα ρολόι του αεροδρομίου και μετά κοίταξε το ρολόι του που φορούσε στο χέρι του. Παρατήρησε κάτι πολύ περίεργο. Τι πιστεύετε, ότι φάνηκε περίεργο στον Γιώργο;».

«Αρχικά, να βρείτε την Αγγλία στον χάρτη. Έχει ξημερώσει στην Αγγλία; Ποια εντολή θα ενσωματώνετε στο ρομπότ, ώστε να ξημερώσει εκεί (Αγγλία); Να διατυπώσετε της παρατηρήσεις της. Τι ώρα πιστεύετε ότι είναι τώρα στην Αγγλία; Στην Ελλάδα τι ώρα είναι;».



Σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης: «Προσπαθήστε πάλι! Δοκιμάστε να ενσωματώσετε μια άλλη εντολή από αυτές που της δόθηκαν. Τι παρατηρείτε τώρα;».

«Είναι δυνατόν να έχουν ίδια ώρα αυτές οι δύο χώρες; Η ώρα ορίζεται από της ζώνες ώρας, οι οποίες είναι περιοχές της Γης που έχουν την ίδια ώρα. Συνεπώς, δεν γίνεται να έχουν αυτές οι δύο χώρες (Αγγλία και Ελλάδα) την ίδια ώρα, γιατί βρίσκονται σε διαφορετικές ζώνες».

7^η Δραστηριότητα

«Για να δούμε και κάτι άλλο... Έχετε αναρωτηθεί ποτέ, αν έχει το ίδιο φως έξω κάθε φορά που ξυπνάτε ή όταν πάτε στο σχολείο; Παρατηρήσατε, ότι της καλοκαιρινούς μήνες η μέρα είναι μεγαλύτερη; (δηλαδή έχουμε περισσότερο φως κατά τη διάρκεια της ημέρας). Πως της συμβαίνει αυτό, εάν γυρίζει η Γη κατ' αυτόν τον τρόπο; (κάθετος άξονας). Μπορείτε να περιστρέψετε τη Γη της φορές και να διατυπώσετε της παρατηρήσεις της.

8^η Δραστηριότητα

«Για να παρατηρήσουμε σωστά αυτό το φαινόμενο, θα πρέπει ο άξονας της Γης να αποκτήσει μια κλίση. Γνωρίζατε ότι ο άξονας της Γης έχει κλίση; Η θέση του παραμένει σταθερή και δεν μεταβάλλεται από σημείο σε σημείο».

«Δοκιμάστε να του δώσετε λοιπόν κλίση 60 μοιρών. Τι παρατηρείτε; Έχει μεγαλύτερη μέρα στην Ελλάδα; Δοκιμάστε τώρα το ίδιο και στη θέση «χειμώνας». Τι παρατηρείτε; Τι μπορεί να φταίει σ' αυτή την περίπτωση και γιατί; Ωστόσο, δεν

είναι τόσο δραματικά τα πράγματα. Όλα όσα έχουμε πει προηγουμένως ισχύουν, εκτός από την κλίση του άξονα της Γης».

9^η Δραστηριότητα

«Φταίει λοιπόν η κλίση του άξονα, που την έχετε βάλει της 60 μοίρες. Δοκιμάστε να δώσετε στον άξονα κλίση 23 μοιρών. Τι παρατηρείτε τώρα; Η μέρα μεγάλωσε; Να κάνετε το ίδιο και στη θέση «καλοκαίρι» και να παρατηρήσετε. Πως καταλαβαίνετε, ότι η μέρα στην Ελλάδα έχει μεγαλώσει; Η κλίση που έχει ο άξονας της Γης είναι 23,4 μοίρες».

10^η Δραστηριότητα

«Ο Γιώργος γύρισε πίσω στην Ελλάδα. Άνοιξε την τηλεόραση, για να παρακολουθήσει την εκπομπή, National Geographic. Γνωρίζετε την συγκεκριμένη εκπομπή; Την έχετε παρακολουθήσει; Ο ομιλητής ξεκίνησε την εκπομπή με κάποιες ερωτήσεις... Υπάρχει κανείς που φοβάται, έστω και λίγο, όταν νυχτώνει; Γιατί φοβάστε τη νύχτα; Φαντάζεστε της να μην υπήρχε νύχτα; Μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο; Ακούγεται κάπως απίθανο!».

«Γνωρίζετε κάποιο μέρος στον κόσμο, που δεν έχει σχεδόν καθόλου νύχτα; Αν ναι, να το εντοπίσετε στον χάρτη. Σωστά, ο Βόρειος Πόλος. Γιατί είναι ο Βόρειος Πόλος; Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου δεν μπορούν να τον προσεγγίσουν. Θα μπορούσατε να ζήσετε εκεί ή προτιμάτε να ζείτε στην Ελλάδα;».

«Της είδαμε, ο Βόρειος Πόλος δεν έχει σχεδόν καθόλου νύχτα. Φαντάζεστε της να μην υπήρχε ημέρα; Μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο; Χμμ... Πάλι απίθανο ακούγεται! Υπάρχει κάποιο μέρος στον κόσμο, που δεν έχει ημέρα; Μπορείτε να το εντοπίσετε στον χάρτη; Σωστά, ο Νότιος Πόλος. Γιατί είναι ο Νότιος Πόλος; Θα μπορούσατε να ζήσετε σε ένα μέρος που να έχει σχεδόν μόνο ημέρα;».

«Δοκιμάστε τώρα να μετακινήσετε το ρομπότ στη θέση «χειμώνας». Παρακολουθήστε προσεκτικά της Πόλους. Τι παρατηρείτε; Έχει αλλάξει κάτι; Ο Νότιος Πόλος εξακολουθεί να έχει νύχτα και ο Βόρειος Πόλος ημέρα; Όχι, σωστά! Ο Νότιος Πόλος έχει τώρα ημέρα και ο Βόρειος νύχτα. Γιατί συνέβη αυτό; Έτσι λοιπόν, ο Βόρειος Πόλος έχει 6 ολόκληρους μήνες νύχτα και 6 μήνες μέρα. Το ίδιο συμβαίνει και στον Νότιο Πόλο, αλλά όχι ταυτόχρονα με τον Βόρειο».

11^η δραστηριότητα

«Η εκπομπή του National Geographic δεν τελείωσε ακόμα. Ο ομιλητής κάνει και κάποια ακόμα ερωτήματα της τηλεθεατές. Γνωρίζετε ποια χώρα του κόσμου είναι γνωστή ως Ισημερινός; Το Εκουαδόρ, σωστά. Ξέρετε που βρίσκεται το Εκουαδόρ στον χάρτη; Γιατί αποκαλείται ως Ισημερινός; Γιατί από εκεί περνάει και η νοητή γραμμή που χωρίζει τη Γη σε δύο ημισφαίρια, ο Ισημερινός. Έχετε ταξιδέψει ποτέ στη Νότια Αμερική; Θα θέλατε να κάνετε κάποια στιγμή ένα τέτοιο ταξίδι;».

«Για να πάτε της εκεί, θα πρέπει να γνωρίζετε και κάποιες σημαντικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, μια μέρα στον Ισημερινό το καλοκαίρι διαρκεί περισσότερο από μια μέρα στην Ελλάδα; Τι πιστεύετε; Η μέγιστη μέρα στον Ισημερινό το καλοκαίρι είναι μεγαλύτερη από την ημέρα στην Ελλάδα. Γιατί είναι μεγαλύτερη από την ημέρα στην Ελλάδα; Διότι ο Ισημερινός έχει ίση διάρκεια ημέρας και νύχτας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου».

12^η Δραστηριότητα

«Το ταξίδι της μικροί ρομπο – εξερευνητές φτάνει σιγά – σιγά της το τέλος του. Μια τελευταία αποστολή είναι να βοηθήσετε τον μπαμπά του Γιώργου, που έχει μια μονάδα φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα, να συγκεντρώσει περισσότερη ηλιακή ενέργεια. Έχετε δει ποτέ φωτοβολταϊκά; Αν ναι, που; Ποια είναι η λειτουργία της; Σε ποια θέση πρέπει να μετακινήσετε τη Γη, προκειμένου να συγκεντρωθεί περισσότερη ηλιακή ενέργεια; Ποια ώρα της ημέρας θα είναι; Σωστά, το μεσημέρι. Γιατί είναι το μεσημέρι; Γιατί οι ακτίνες του Ηλίου περνούν πάνω από την Ελλάδα».

Μετά το πέρας της διδακτικής ακολουθίας οι μαθητές συμπλήρωναν το Post test και την σύντομη αξιολόγηση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν ολιγόλεπτες και ημι-δομημένες συνεντεύξεις.

Εικόνες 21 και 22. Κατά τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης



4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων

Αξιολογήσαμε τις απαντήσεις των μαθητών με 0, αν ήταν λανθασμένες και 1, αν ήταν σωστές. Στη συνέχεια, υπολογίσαμε τη μέση επίδοση κάθε μαθητή και πραγματοποιήσαμε paired sample t-test, για να εξετάσουμε, αν η στατιστική διαφορά των επιδόσεων ήταν σημαντική. Όπως φαίνεται στον πίνακα, η παρέμβασή μας επέτρεψε στους μαθητές, να δείξουν σημαντικά καλύτερη επίδοση μετά το πέρας της, άρα είχε σημαντικό μαθησιακό αποτύπωμα.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα πριν / μετά τη δοκιμή

	Pre Test Mean (SD)	Post Test Mean (SD)	t	Sig
Επίδοση	,5625 (0,18)	,8352(0,12)	-6,674	,056

Με βάση τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο σχετικά με τις στάσεις φαίνεται, ότι τα παιδιά έμειναν αρκετά ικανοποιημένα από τη χρήση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, το οποίο δεν ήταν ιδιαίτερα περίπλοκο και παρουσίαζε υψηλή διδακτική αξία. Το περιβάλλον κατάφερε να διατηρήσει αμείωτο τόσο το ενδιαφέρον όσο και τη συγκέντρωση των μαθητών. Επιπλέον, ήταν πολύ πρακτικό και ενδιαφέρον, καθώς διευκόλυνε τη μάθηση, συγκριτικά με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Τέλος, οι μαθητές ταυτίστηκαν σε μεγάλο βαθμό με το εκπαιδευτικό περιβάλλον (Ηδονική ποιότητα – Ταύτιση) και θεώρησα, ότι προσέφερε νέες καινοτόμες λειτουργίες και αλληλεπιδράσεις (Ηδονική ποιότητα – Ενεργοποίηση).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου Αξιολόγησης

	Min	Max	Mean	SD	Cronbach's a
Ευκολία	2,33	5,00	4,2917	,80623	0,77

Συγκέντρωση	3,00	5,00	4,5417	,64262	0,85
Ικανοποίηση χρήστη	3,50	5,00	4,8125	,40311	0,90
Προσλαμβανόμενη μαθησιακή αξία	3,33	5,00	4,4375	,60515	0,80
Πρακτικότητα	3,75	5,00	4,6563	,51539	0,94
Ηδονική ποιότητα – Ταύτιση	3,00	5,00	4,2708	,78144	0,94
Ηδονική ποιότητα –Ενεργοποίηση	3,00	5,00	4,7083	,55611	0,70

4.2 Αποτελέσματα συνεντεύξεων

Όλοι οι μαθητές συμφώνησαν στο ότι το εκπαιδευτικό περιβάλλον ήταν αρκετά ενδιαφέρον, χαρακτηρίζοντάς το ως δημιουργικό, διασκεδαστικό και ξεχωριστό. Άλλωστε, ένα τέτοιο εκπαιδευτικό και διαδραστικό περιβάλλον συνδέεται αποτελεσματικότερα με τη χρήση των ΤΠΕ, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα πιο ουσιαστικό και αυθεντικό πλαίσιο μάθησης.

«Μας άρεσε πολύ και διασκεδάσαμε».

«Είχε ενδιαφέρον και ήταν κάτι που δεν μπορούμε να το κάνουμε πάντα, ξεχωριστό....».

«Μου φάνηκε πολύ ενδιαφέρουσα (η παρέμβαση). Μπορούσε να τραβήξει εύκολα το ενδιαφέρον και ήταν πάρα πολύ δημιουργική και δεν ήταν βαρετή και νομίζω ότι είναι πάρα πολύ καλή αυτή η παιδαγωγική μέθοδος, για να διδαχθεί ένα παιδάκι».

Όσον αφορά τη σύγκριση της διδακτικής παρέμβασης με το παραδοσιακό σύστημα διδασκαλίας στο Δημοτικό Σχολείο οι περισσότεροι μαθητές υποστήριξαν, ότι η νέα πρόταση είναι καλύτερη, αποτελεσματικότερη και θα προτιμούσαν να διδάσκονται τα μαθήματα κατ' αυτόν τον τρόπο.

«Θα προτιμούσα τον δικό σας τρόπο, γιατί μου άρεσε που μας βάλατε να γράψουμε και το τεστ (στην αρχή), για να δείτε τι ξέρουμε. Νομίζω ότι ήταν πάρα πολύ καλή μέθοδος, για να ακολουθήσουν όλοι οι δάσκαλοι από όλα τα σχολεία αυτό το πρόγραμμα και πιστεύω ότι όλα ήταν πολύ μελετημένα από τους δασκάλους».

«Θα ήταν πιο διασκεδαστικό, θα μάθαινες πιο πολλά πράγματα και θα ήταν ενδιαφέρον».

«Δεν μου αρέσει να ανοίγω το βιβλίο και να μαθαίνω κάτι απ' έξω, γιατί περισσότερα πράγματα μαθαίνεις, όταν το βλέπεις και το καταλαβαίνεις (το μάθημα), παρά όταν το διαβάζεις».

«Έτσι είναι πιο διασκεδαστικό, καθώς χρησιμοποιούμε ρομπότ και υπολογιστές...Στο σχολείο δεν χρησιμοποιούμε ρομπότ».

«Είχε προτζέκτορα και μας το δείξατε με διαφορετικό τρόπο και πιο τρισδιάστατο... Είναι πιο εύκολο να καταλάβεις το μάθημα».

«Τη Γλώσσα (μάθημα) και τα πάντα να τα κάνουμε με αυτόν τον τρόπο... Σε διευκολύνει πιο πολύ να μαθαίνεις».

Τα περισσότερα παιδιά εντυπωσιάστηκαν με τη χρήση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη διδακτική παρέμβαση και τον προγραμματισμό του ρομποτικού μοντέλου. Επιπλέον, τα ευρήματα έδειξαν ότι οι μαθητές δεν φάνηκαν να αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες κατά τη διεξαγωγή της παρέμβασης.

«Μου άρεσε και να προγραμματίζω και να βλέπω τις εικόνες. Μου άρεσαν εικόνες που είχε μέσα το περιβάλλον... Δεν με δυσκόλεψε κάτι ιδιαίτερα».

«Ότι καταλάβαινε (το ρομπότ) ότι έπρεπε να γυρίσει... Δεν με δυσκόλεψε κάτι».

«Τα πάντα. Τα Lego, ο προγραμματισμός λίγο περισσότερο... Με δυσκόλεψαν οι μοίρες (της κλίσης) του άξονα της Γης. Δεν τα είχαμε κάνει πολλές φορές στο σχολείο».

«Μου άρεσε το ανθρωπάκι που το βάζαμε εκεί πέρα στη Γη, για να δούμε με τα χέρια τις κατευθύνσεις (σημεία του ορίζοντα)... Με δυσκόλεψαν λίγο οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου στην αρχή».

«Η Γη, το ρομπότ και ο προγραμματισμός... Με δυσκόλεψε ο Ρα, δεν τον ήξερα».

«Με δυσκόλεψαν κάποιες ερωτήσεις για τον Θεό και τον Ρα».

Τέλος, οι μαθητές διδάχθηκαν ποικίλες πληροφορίες που δεν γνώριζαν και έλυσαν κάποιες σημαντικές απορίες που είχαν σχηματίσει παλαιότερα και τις οποίες ίσως να είχαν λάθος διατυπωμένες στο μυαλό τους.

«Νόμιζα ότι η Ελλάδα ήταν πολύ πιο μεγάλη από ότι είδα στη Γη, σε σχέση με όλο το υπόλοιπο. Ότι είναι σαν τις άλλες χώρες περίπου, αλλά τώρα το επιβεβαίωσα και είπα στον εαυτό μου, ότι δεν είναι τόσο μεγάλη όσο νόμιζα εγώ πριν».

«Έμαθα, ότι η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της».

«Για τον Ισημερινό και το Εκουαδόρ... Λύσαμε τις απορίες μας, γιατί τα εξηγούσατε καλύτερα και εσείς και ο φίλος μας ο Γιώργος, ο υπολογιστής».

«Έμαθα για το πόσες μοίρες κλίση έχει ο άξονας της Γης... Έλυσα την απορία μου για τον Βόρειο και Νότιο Πόλο, όπου έχει 6 μήνες περίπου μέρα και 6 μήνες περίπου νύχτα».

«Που βρίσκονται κάποιες χώρες. Δεν ήξερα πού είναι ο Καναδάς αλλά εσείς μου το δείξατε και μου τον μάθατε».

«Για τους πλανήτες, για τη Γη, για τον Ρα, τους θεούς, για τον Ισημερινό... Έλυσα τις απορίες μου μέσω του ρομπότ και των ερωτήσεών σας».

«Οι απορίες μου λύθηκαν από το τεστ που γράψαμε πάλι (αφού είχε προηγηθεί η παρέμβαση)».

«Νόμιζα ότι στον Βόρειο Πόλο έχει 12 μήνες μέρα και στον Νότιο Πόλο έχει 12 μήνες νύχτα και τα ξέμπλεξα λίγο στο μυαλό μου και έτσι κατάλαβα ποιο ήταν το σωστό».

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συνοψίζοντας, στοχεύσαμε στην αξιολόγηση του εάν και πως η προτεινόμενη ρύθμιση μετέδωσε πληροφορίες, κάτω από ένα περιεχόμενο μικτής πραγματικότητας και απτών προσομοιώσεων και στην πρόκληση ανατροφοδότησης από τους μαθητές. Η προσφορά νέων προοπτικών σε μικρό χρονικό διάστημα είναι μια αρκετά απαιτητική εργασία, την οποία ενδέχεται να επηρεάσουν θετικά οι απτές αλληλεπιδράσεις και η μικτή πραγματικότητα.

Οι χωρικές σχέσεις στο σύμπαν και ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν την αντίληψη των φαινομένων είναι ένα περίπλοκο έργο σε νεαρές ηλικίες, αλλά λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα που προέκυψαν αξιολογούμε, ότι ένα παιχνίδι απτών προσομοιώσεων μπορεί να γίνει ένα στερεό υπόβαθρο, για την αποτελεσματική μεταβίβαση της νέας γνώσης και την επαναξιολόγηση της προϋπάρχουσας γνώσης. Φυσικά, θα χρειαστούν πιλοτικές μελέτες με ευρύτερη βάση συμμετεχόντων. Η χρήση υλικού με χαμηλό κόστος, η ανάμειξη της πραγματικότητας με εικονικά αντικείμενα και ρομπότ εξελίσσει τις νέες τάσεις στις τεχνολογίες μάθησης. Ερευνητές, δάσκαλοι και μαθητές μπορούν εύκολα και αποτελεσματικά να δημιουργήσουν και να αναπαράγουν περιβάλλοντα μικτής πραγματικότητας με απτές διεπαφές.

Συνεπώς, η μελλοντική εστίαση της παρούσας έρευνας θα είναι η αποτελεσματική εφαρμογή των σχετικών σεναρίων και η μετάφρασή τους σε καινοτόμα μοντέλα αλληλεπίδρασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Αδάμ, Δ. (2019). *Η Νύχτα και η Ημέρα στην ελληνική μυθολογία*. Ανακτήθηκε από http://paidio.blogspot.com/2010/10/blog-post_11.html

Αλεξανδρής, Ν., Μπελεσιώτης, Β. & Φούντας, Ε. (2015). *Εισαγωγή στη Διδακτική Πληροφορικής*. Πειραιάς: Εκδόσεις Βαρβαρήγου.

Αλιμήσης, Δ. (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής, 28 – 30 Μαρτίου 2008 (σ.σ. 273 – 282). Πάτρα.

Αλιμήσης, Δ. (2019). «Γιατί να διδάξω με Lego Mindstorms στο σχολείο μου;». Ανακτήθηκε από <http://edurobotics.weebly.com>

Ανυφαντής, Σ. (2018). *Μελετώντας το κίνητρο των μαθητών κατά την εκμάθηση ρομποτικής* (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Ατματζίδου, Σ. (2018). *Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης και μεταγνώσης των μαθητών* (Διδακτορική Διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Βοσνιάδου, Σ. (2006). *Παιδιά, σχολεία και υπολογιστές : προοπτικές, προβλήματα και προτάσεις για την αποτελεσματικότερη χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση*. Αθήνα: GUTENBERG.

Γαλιλαίος: «Και όμως, γυρίζει». (χ.η.). Ανακτήθηκε από <http://historyreport.gr/index.php/>

Γλώσσα προγραμματισμού Scratch. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Είδη ρομπότ. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <https://arduinobots.wordpress.com/>

- Ελληνική μυθολογία. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- Η σύλληψη της ιδέας του ηλιοκεντρικού συστήματος από τον Αρίσταρχο. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <https://meresparaxenes.com/2015/07/24/>
- Ημέρα (μυθολογία). (χ.η.). Ανακτήθηκε από <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- Καμηλάρη, Γ. & Σιακούλη, Α. (2016). *Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία – Απόψεις εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης* (Πτυχιακή εργασία). Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Νέες Τεχνολογίες.
- Κραγιόπουλος, Ν. (2012). *Η χρήση των Νέων Τεχνολογιών από τους εκπαιδευτικούς των θετικών επιστημών στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση* (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Κυδωνάκη, Μ. (2019). *Η ιστορία των Ρομπότ. Η εξέλιξή τους*. Ανακτήθηκε από <http://www.athinodromio.gr/>
- Μηχανισμός των Αντικυθήρων. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- Μπαλίδης, Σ. (2019). *Τι είναι ρομπότ;*. Ανακτήθηκε από <https://1gymkomotrobotics.wordpress.com/2013/02/22/>
- Μπόκος, Α. (2014). *Ρομποτικά Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα: μελέτη της διαδικασίας προγραμματισμού* (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Νυξ: Κυρίαρχη αρχέγονη και κοσμογονική μορφή. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <http://www.olympusgaia.com/?p=3056>
- Παλάζη, Δ. (2014). «*Διδακτική προσέγγιση της Γεωγραφίας με τη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών*» (Πτυχιακή εργασία). Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη.
- Παυλή, Β. (2013). «*Η Διδασκαλία εκπαιδευτικής ρομποτικής με τη χρήση μικροελεγκτών (π.χ. ARDUINO, PIC)*» (Πτυχιακή εργασία). Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Λάρισα.

- Ρομπότ και Ρομποτική. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <http://lyk-kastr.ach.sch.gr/autosch/joomla15/images/>
- Ρομπότ. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <http://www1.aegean.gr/gympeir/robot.htm>
- Σομαλακίδης, Ι. (2019). *Τα ρομπότ στη ζωή μας*. Ανακτήθηκε από <http://www.athens-science-festival.gr/blog/>
- Σχορετσανίτου, Π. & Βεκύρη, Ι. (2010). Ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση: παράγοντες πρόβλεψης της εκπαιδευτικής χρήσης. Στο Α. Τζιμογιάννης (Επιμ.), *7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση», 23 – 26 Σεπτεμβρίου 2010* (σ.σ. 617 – 624). Κόρινθος: Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Τι είναι η εκπαιδευτική ρομποτική;. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/educationalrobotics>
- Τι είναι ρομπότ. (2017, 12 Μαρτίου). Ανακτήθηκε από <https://www.rizospastis.gr/story.do?id=9268671>
- Τι είναι το ρομπότ;. (χ.η.). Ανακτήθηκε από <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/artificialintelligence/ai-historicalreview/>
- Τσορμπάρη, Α. (2018). *«Προγραμματισμός ρομπότ σε περιβάλλοντα μεικτής πραγματικότητας για την απόκτηση γεωγραφικών και ιστορικών γνώσεων»* (Πτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.
- Χαλκιά, Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική στη σχολική γνώση*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Χρονάκη, Α. & Αλιμήση, Ρ. (2011). Μαθηματικές Έννοιες, Αυθεντικά Πλαίσια Μάθησης και Ψηφιακή Τεχνολογία: το περιβάλλον ANIMath. Στο Κ. Γλέζου, Ν. 72 Τζιόπουλος (Επιμ.), *Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη διδακτική Πράξη*, Σύρος, σ. 1-5.

Ξένη βιβλιογραφία

- Alimisis, D. (2009). *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. School of Pedagogical and Technological Education. (ASPETE), Athens.
- Ancheta, G. (2019). *10 Mythological Origins Of Day And Night*. Retrieved from <https://listverse.com/2013/12/20/10-mythological-origins-of-day-and-night/>
- Aydin, S. (2017). 7th Class Students' Opinions on Sun, Earth and Moon System. *Universal Journal of Educational Research*, 5 (12B), 34-41. doi: 10.13189/ujer.2017.051404
- Blown, E.J. & Bryce T.G.K. (2018). The Enduring Effects of Early-Learned Ideas and Local Folklore on Children's Astronomy Knowledge. *Research in Science Education*, 1-52. doi: 10.1007/s11165-018-9756-1
- Chiras, A. & Valanides, N. (2008). Day/ night Cycle: Mental Models of Primary School Children. *Science Education International*, 19 (1), 65-83.
- Dankenbring, C. & Capobianco, B.M. (2016). Examining Elementary School Students' Mental Models of Sun-Earth Relationships as a Result of Engaging in Engineering Design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 825-845. doi: 10.1007/s10763-015-9626-5
- Diakidoy, I.A., Vosniadou, S. & Hawks, J.D. (1997). Conceptual change in astronomy: Models of the earth and of the day/night cycle in American-Indian children. *European Journal of Psychology of Education*, 7 (2), 159-184.
- Eguchi, A. (2013). Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent System*, 8 (1), 5-11. doi: 10.14313/JAMRIS_1-2014/1
- Ercan, O., Bilen, K. & Ural, E. (2016). 'Earth, Sun and Moon': Computer assisted instruction in secondary school science - achievement and attitudes. *Issues in Educational Research*, 26 (2), 206-224.

- Fleck, S. & Hachet, M. (2015). *Helios: a tangible and augmented environment to learn optical phenomena in astronomy*.
- Galperin, D. & Raviolo, A. (2015). Argentinean students' and teachers' conceptions of day and night: an analysis in relation to astronomical reference systems. *Science Education International*, 26 (2), 126-147.
- Hassenzahl, M. & Monk, A. (2010). The inference of perceived usability from beauty. *Human – Computer Interaction*, 25 (3), 235 – 260.
- Hiskey, D. (2019). *Where Does the Word Robot Come From?*. Retrieved from <https://www.todayifoundout.com/index.php/2012/05/>
- Isik-Ercan, Z., Inan, H.Z., Nowak, J.A. & Kim, B. (2014). 'We put on the glasses and Moon comes closer!' Urban Second Graders Exploring the Earth, the Sun and Moon Through 3D Technologies in a Science and Literacy Unit. *International Journal of Science Education*, 36 (1), 129-156. doi: 10.1080/09500693.2012.739718
- Jackson, S.A. & Marsh, H.W. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: The Flow State Scale. *Journal of sport and exercise psychology*, 18 (1), 17 – 35.
- Kucukozer, H. & Bostan, A. (2010). Ideas of Kindergarten Students on the Day-Night Cycles, the Seasons and the Moon Phases. *Journal of Theory and Practice in Education*, 6 (2), 267-280.
- Makey Makey. (n.d.). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Makey_Makey
- Nihon Shoki. (n.d.). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Nihon_Shoki
- Ozsoy, S. (2012). Is the Earth Flat or Round? Primary School Children's Understandings of the Planet Earth: The Case of Turkish Children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4 (2), 407-415.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.

- Pundak, D., Liberman, I. & Shacham, M. (2017). From Conceptual Frameworks To Mental Models For Astronomy: Students' Perceptions. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 4 (2), 109-126.
- Qian, Y. (2017). *Wonder – LAND: A tangible mixed – reality book system for explorative learning in science*.
- Robot. (n.d.). Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Robot#Etymology>
- Rossi, S., Giordano, E. & Lanciano, N. (2016). The Sky on Earth project: a synergy between formal and informal astronomy education. *Phys. Educ.*, 51, 11.
- Sackes, M. (2015). Kindergartners' Mental Models of the Day and Night Cycle: Implications for Instructional Practices in Early Childhood Classrooms. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15 (4), 997-1006. doi: 10.12738/estp.2015.4.2741
- Schneps, M.H., Ruel, J., Sonnert, G., Dussault, M., Griffin, M. & Sadler, P.M. (2014). Conceptualizing astronomical scale: Virtual simulations on handheld tablet computers reverse misconceptions. *Computers & Education*, 70, 269-280.
- Schwartz, B.B., Schur, Y., Pensso, H. & Tayer, N. (2011). Perspective taking and synchronous argumentation for learning the day/night cycle. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 6 , 113-138. doi: 10.1007/s11412-010-9100-x
- Sharp, J.G. & Kuerbis, P. (2005). Children's Ideas About the Solar System and the Chaos in Learning Science. *Wiley InterScience*. doi: 10.1002/sce.20126
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I. (2014). Conceptual Change from the Framework Theory Side of the Fence. *Science and Education*, 23, 1427-1445. doi: 10.1007/s11191-013-9640-3
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I. (2017). Is it the Earth that turns or the Sun that goes behind the mountains? Students' misconceptions about the

day/night cycle after reading a science text. *International Journal of Science Education*, 39 (15), 2027-2051. doi: 10.1080/09500693.2017.1361557