

«STEAM: Μοντελοποίηση της απόστασης των πλανητών από τον Ήλιο»

Βασίλειος Ε. Γκαντόλιας¹, Λητώ Αθανασίου²

¹ Εκπαιδευτικός, Αρσάκειο Δημοτικό Σχολείο Ιωαννίνων, Ιωάννινα, Ελλάδα
v-gandolias@hotmail.com

² Εκπαιδευτικός, Αρσάκειο Δημοτικό Σχολείο Ιωαννίνων, Ιωάννινα, Ελλάδα
litoulath@yahoo.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι πολυεπίπεδες αλλαγές που συντελούνται από τα τέλη του 20ου αιώνα στις κοινωνίες, ωθούν την εκπαίδευση στο να αναθεωρήσει τις διδακτικές μεθόδους που ήδη χρησιμοποιούνται και να εντάξει νέες διδακτικές μεθόδους και προσεγγίσεις που οδηγούν τους μαθητές στη βιωματική ανακάλυψη της γνώσης. Σε αυτό το πλαίσιο εντάσσεται και η εκπαίδευση STEM/STEAM.

Χρησιμοποιώντας αυτή τη διδακτική προσέγγιση δημιουργήθηκε το παρακάτω σενάριο για τη διδασκαλία του ηλιακού μας συστήματος και πιο συγκεκριμένα για την κατανόηση των αποστάσεων μεταξύ Ηλιου και πλανητών.

Σκοπός του διδακτικού σεναρίου είναι οι μαθητές να αντιληφθούν και να οπτικοποιήσουν την απόσταση των πλανητών από τον Ήλιο με μια διαδικασία που οι παράμετροί της θα είναι κατανοητοί και προσαρμοσμένοι στο γνωστικό επίπεδο τους. Χρησιμοποιώντας λοιπόν καθημερινά υλικά και με τις απαραίτητες μετατροπές οι μαθητές μοντελοποιούν τις αποστάσεις από τον Ήλιο των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος.

Το παρόν σενάριο επεκτείνεται αξιοποιώντας την εκπαιδευτική ρομποτική και πιο συγκεκριμένα τα Beebot.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: STEAM, απόσταση πλανητών, μοντελοποίηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αλλαγές που συντελούνται σε κοινωνικοοικονομικοπολιτικό επίπεδο από τα τέλη του 20ου είναι ραγδαίες. Όπως αναφέρει ο Peterson (2013), η ευελιξία και η ικανότητα παραγωγής νέων ιδεών για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία της ανθρώπινης σκέψης. Γι' αυτό και η εκπαίδευση για να προετοιμάσει σωστά τους μαθητές έπρεπε να αναθεωρήσει τις διδακτικές μεθόδους, προωθώντας διαδικασίες κριτικής σκέψης, ομαδικής συνεργασίας και αναστοχασμού. Σύμφωνα με τον Lantz (2009), στους μαθητές εισάγεται καλύτερα η νέα γνώση όταν χρησιμοποιούνται ανακαλυπτικές μέθοδοι. Έτσι πολλές χώρες αναγνωρίζοντας τη σημασία μιας ολοκληρωμένης εκπαίδευσης που περιλαμβάνει η διεπιστημονική μελέτη εισήγαγαν στην εκπαίδευση την καινοτομία STEM και STEAM.

Η εκπαίδευση STEM θεωρείται κινητήριος μοχλός για την προετοιμασία των μαθητών για το μέλλον καθώς αποτελεί μια διαθεματική εκπαιδευτική πρόταση που στηρίζεται στη βιωματική ανακάλυψη της γνώσης. Το STEM ενσωματώνει ως βασικές συνιστώσες την επιστήμη (S), την τεχνολογία (T), τη μηχανική (E) και τα μαθηματικά (M) (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Όπως επισημαίνουν οι Morrison & Bartlett (2009), πρόκειται για μια καινοτόμο προσέγγιση στο σχεδιασμό Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών, στην οποία τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών δεν αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστά αντικείμενα διδασκαλίας αλλά ως μία «ολότητα».

Ο στόχος του STEM είναι να αντιληφθούν οι μαθητές μέσα σε ένα περιβάλλον έρευνας, πώς λειτουργεί ο πραγματικός κόσμος. Ανακαλύπτουν έτσι νόμους της Φυσικής ξεκινώντας

πάντα μέσα από μια διαισθητική αντίληψη για τα φυσικά φαινόμενα ενώ παράλληλα, χρησιμοποιούν τα Μαθηματικά ως «εργαλείο» για τη διατύπωση αυτών των νόμων.

Όμως η Επιστήμη, η Τεχνολογία, η Μηχανική και τα μαθηματικά (STEM) πρέπει επίσης να ενσωματωθούν με τις Τέχνες για την προώθηση της δημιουργικότητας. Έτσι προκύπτει ο διευρυμένος όρος STEAM που περιλαμβάνει και την τέχνη (Art), ενισχύοντας έτσι τη δημιουργικότητα και τον σχεδιασμό (Hirashima et al 2011) και προωθεί αποτελεσματικά την κριτική και αποκλίνουσα σκέψη.

Για να μπορέσουν οι μαθητές να διδαχθούν σωστά την επιστήμη θα πρέπει να τηρούνται κάποιες αρχές κατά τον Lantz (2009). Αυτές είναι οι ακόλουθες:

- Να προωθούνται μαθητοκεντρικές στρατηγικές και να ενισχύεται η μάθηση με διαδικασίες έρευνας.
- Να αξιοποιούνται στη διδασκαλία οι ψηφιακές τεχνολογίες.
- Να χρησιμοποιείται διαμορφωτική αξιολόγηση.
- Να ενσωματώνονται σε όλες τις ενότητες οι πέντε φάσεις (Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Εξήγηση, Επεξεργασία, Έλεγχος-Αξιολόγηση) του κύκλου διδασκαλίας, που οδηγούν στη ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης.
- Να επικεντρώνεται στα πιο ουσιαστά θέματα από το κάθε πεδίο των επιστημών τα οποία θα πρέπει να είναι έτσι διαμορφωμένα ώστε να έχουν μια συνέχεια μεταξύ τους.

Με βάση τις παραπάνω αρχές τα μαθησιακά οφέλη που έχει η ενσωμάτωση του STEM/STEAM στην διδασκαλία είναι πολλά. Όπως αναφέρουν ο Roberts (2012) και οι Stohlmann et al (2012), οι μαθητές μεταφέρουν εύκολα την αποκτώμενη γνώση σε νέα προβλήματα, ενισχύονται οι ικανότητες κριτικής σκέψης, η δημιουργικότητα, η συνεργατικότητα καθώς και οι επιδόσεις των μαθητών στα μαθήματα των θετικών επιστημών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις αποστάσεις μεταξύ των πλανητών καθώς δεν έχουν βιωματικές εμπειρίες και οποιαδήποτε νοητική αναπαράσταση γίνεται με σύστημα αναφοράς τη Γη (Χαλκιά 2006,). Οι αριθμοί είναι τεράστιοι και η φαντασία δεν αρκεί για να τους συλλάβει. Τι όμως χρειάζεται να καταλάβουν οι μαθητές; Την πραγματική απόσταση των πλανητών σε μονάδες μέτρησης που ποτέ στη ζωή τους δε θα συναντήσουν; Ή μήπως μια προσομοίωση των αποστάσεων σε κλίμακα, με μονάδες που μπορούν να διαχειριστούν;

Στο παρόν διδακτικό σενάριο οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με τη ρομποτική, θα υπολογίσουν αναλογίες και θα κάνουν κατασκευές, ώστε να μελετήσουν τις αποστάσεις από τον ήλιο των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος. Έτσι θα εμπλακούν οι εξής γνωστικές περιοχές: φυσικές επιστήμες, μαθηματικά, εικαστικά και τεχνολογία.

ΘΕΩΡΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Όσον αφορά τη διδακτική προσέγγιση υιοθετούνται βασικές ιδέες του Piaget (1929) και του Papert (1993) καθώς το σενάριο είναι θεμελιωμένο στην θεωρία μάθησης του εποικοδομητισμού. Ο μαθητής χτίζει την γνώση του παρατηρώντας και διερευνώντας και έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με τους συμμαθητές τους, να συνεργαστεί, να διατυπώσει γνώμες και να επιχειρηματολογήσει.

ΤΑΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το παρόν σενάριο είναι συμβατό με το Αναλυτικό Πρόγραμμα της Γεωγραφίας της ΣΤ' τάξης, κεφάλαιο 6, "Το ηλιακό μας σύστημα". Μπορεί όμως να αξιοποιηθεί σε όλες τις τάξεις του δημοτικού με τις απαραίτητες αλλαγές. Στην παρούσα φάση, το σενάριο πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Γ' τάξης του Αρσακείου Δημοτικού Σχολείου Ιωαννίνων στο πλαίσιο του προγράμματος πολιτιστικών θεμάτων που εκπόνησαν.

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η διάρκεια του σεναρίου εκτιμάται στις 4 διδακτικές ώρες και για την εκτέλεσή του χρειάζεται οι μαθητές να έχουν διδαχθεί και να έχουν κατακτήσει τις έννοιες: μέτρηση,

ταξινομία, σύγκριση, αναλογία, μονάδες μέτρησης της απόστασης και να έχει γίνει αναφορά στους πλανήτες του ηλιακού συστήματος.

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Οι μαθητές εργάζονται ομαδοσυνεργατικά σε ομάδες των 4-5 ατόμων και κάθε μία δημιουργεί τον δικό της πλανήτη και μοντελοποιεί την απόστασή του από τον Ήλιο χρησιμοποιώντας χαρτί υγείας. Για να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα χρειάζεται μια αίθουσα μεγάλων διαστάσεων (υπολογίζοντας πως ο μακρύτερος πλανήτης θα τοποθετηθεί σε απόσταση 82 κομματιών χαρτιού, περίπου 10 μέτρα). Απαραίτητη είναι και η χρήση tablet για την αξιοποίηση της εφαρμογής schoolAR.

ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Σκοπός του σεναρίου είναι να αντιληφθούν οι μαθητές τις αποστάσεις των πλανητών από τον ήλιο με μονάδες μέτρησης που μπορούν να διαχειριστούν. Συγκεκριμένα, επιμέρους στόχοι είναι οι εξής:

- Σε επίπεδο γνώσεων, επιθυμούμε να διαπιστώσουν την απόσταση των πλανητών μεταξύ τους, αλλά και από τον Ήλιο, να κάνουν υπολογισμούς κατ' εκτίμηση και να αναγνωρίζουν ανάλογα ποσά.
- Σε επίπεδο στάσεων επιθυμούμε οι μαθητές να είναι ικανοί να δικαιολογήσουν για ποιον λόγο κάποιοι πλανήτες έχουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες και κάποιοι πολύ χαμηλές
- Να χρησιμοποιούν μονάδες μέτρησης από υλικά που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους
- Να συνεργάζονται σε ομάδες.
- Να αναπτύξουν θετική στάση σχετικά με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την προσέγγιση διαφόρων θεμάτων μέσω του STEAM.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Αρχικά χρησιμοποιούμε την εφαρμογή επανυξημένης πραγματικότητας School AR (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.GeoST.SchoolAR>). Οι μαθητές βλέπουν την κίνηση των πλανητών καθώς και την απόστασή τους από τον Ήλιο μέσω τρισδιάστατων κινούμενων μοντέλων. Έπειτα η τάξη χωρίζεται σε ομάδες και σε καθεμία από αυτές δίνεται υλικό από διάφορα βιβλία και εγκυκλοπαίδειες με πληροφορίες σχετικά με τους πλανήτες. Κάθε ομάδα αναλαμβάνει και από έναν πλανήτη, για τον οποίο συγκεντρώνει από το υλικό που της δόθηκε κάποια βασικά στοιχεία και χαρακτηριστικά τα οποία καταγράφει στο χαρτί.

Αναφορά γίνεται και στα σχετικά μεγέθη των πλανητών. Παρουσιάζεται η παρακάτω εικόνα (εικόνα 1), ώστε να αποκτήσουν μια πιο ξεκάθαρη εικόνα αναφορικά με τα σχετικά μεγέθη των πλανητών.



Εικόνα 1: Τα σχετικά μεγέθη των πλανητών του ηλιακού συστήματος

Στην εικόνα αυτή παρουσιάζονται αναλογικά τα μεγέθη των πλανητών του ηλιακού συστήματος με τα αντίστοιχα ονόματά τους. Οι μαθητές είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν ορισμένες συγκρίσεις, να εντοπίσουν το μεγαλύτερο και το μικρότερο πλανήτη του ηλιακού συστήματος, να συγκρίνουν το μέγεθος της γης με τους υπόλοιπους πλανήτες και να την κατατάξουν αντίστοιχα.

Στη συνέχεια κάθε ομάδα κατασκευάζει τον δικό της πλανήτη προσέχοντας το μέγεθος σε σχέση με τους άλλους πλανήτες.

Κατόπιν στους μαθητές δίνεται το πρώτο φύλλο εργασίας (Παράρτημα) που περιέχει πίνακα με τις ρεαλιστικές αποστάσεις των πλανητών από τον ήλιο. Στη συνέχεια με χρήση μαθηματικών υπολογισμών οι μαθητές στρογγυλοποιούν τις αποστάσεις. Τέλος χρησιμοποιώντας ως μονάδα μέτρησης το ρολό χαρτιού αντιστοιχίζουν πόσα κομμάτια χαρτιού χρειάζεται για να καλυφθεί η κάθε απόσταση (ορίζουμε με τους μαθητές ότι περίπου για κάθε 50.000.000 χιλιόμετρα θα χρησιμοποιούμε 1 κομμάτι χαρτιού). Έτσι ορίζουμε την απόσταση του Ερμή από τον Ήλιο ως ένα (1) κομμάτι χαρτιού, την απόσταση της Αφροδίτης από τον Ήλιο ως δύο (2) κομμάτια χαρτιού, την απόσταση της Γης από τον Ήλιο ως τρία (3) κομμάτια χαρτιού κ.ο.κ. Αφού ολοκληρωθεί η αναλογία κομματιών χαρτιού με τα χιλιόμετρα προκύπτει ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 1).

Πλανήτες	Απόσταση από Ήλιο	Κομμάτια χαρτιού
Ερμής	57,910,000 km	1
Αφροδίτη	108,200,000 km	2
Γη	149,600,000 km	3
Άρης	227,940,000 km	4
Δίας	778,330,000 km	15
Κρόνος	1,429,400,000 km	28
Ουρανός	2,870,990,000 km	57
Ποσειδώνας	4,504,000,000 km	82

Πίνακας 1: Ρεαλιστικές αποστάσεις πλανητών από τον Ήλιο και μοντελοποίηση με κομμάτια χαρτιού

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν οι ομάδες δημιουργούν με τα αντίστοιχα κομμάτια χαρτιού υγείας τις σωστές αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο ώστε να ολοκληρωθεί η μοντελοποίηση. Στο τέλος, οι μαθητές παίρνουν το δεύτερο φύλλο εργασίας (Παράρτημα), παρατηρούν και εξάγουν τα συμπεράσματά τους απαντώντας σε ερωτήσεις που σχετίζονται με τη σειρά των πλανητών και την απόστασή τους από τον Ήλιο.

Η παραπάνω δραστηριότητα μπορεί να υλοποιηθεί και με άλλα καθημερινά υλικά ως μονάδες μέτρησης, όπως βιβλία, καλαμάκια, μολύβια (αρκεί το μήκος να παραμένει αμετάβλητο).

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Το σενάριο μπορεί να συνδυαστεί με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής όπου η μοντελοποίηση θα γίνει με τη βοήθεια των Beebot. Τα Beebot εκτελούν σταθερά βήματα των 15 εκατοστών και μπορούν να αποτελέσουν καλή μονάδα μέτρησης. Για την εκτέλεση της δραστηριότητας με τη χρήση Beebot δίνεται ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 2) με τις αντίστοιχες μετατροπές και τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας (Παράρτημα).

Πλανήτες	Απόσταση από Ήλιο	Κινήσεις Beebot
Ερμής	57,910,000 km	1
Αφροδίτη	108,200,000 km	2
Γη	149,600,000 km	3
Άρης	227,940,000 km	4
Δίας	778,330,000 km	15
Κρόνος	1,429,400,000 km	28
Ουρανός	2,870,990,000 km	57
Ποσειδώνας	4,504,000,000 km	82

Πίνακας 2: Ρεαλιστικές αποστάσεις πλανητών από τον Ήλιο και μοντελοποίηση με κινήσεις Beebot

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Χαλκιά Κ.(2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική γνώση στη σχολική γνώση*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο Κρήτης.

Gonzalez, H.B. & Kuenzi J. (2012). *Congressional Research Service Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, p. 2.

Hirashima et al. (Eds.) (2011). *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education*. Chiang Mai, Thailand: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

Lantz, H. B. (2009). *What should be the function of a K-12 STEM education?* SEEN, 11(3), 29-30.

Morrison, J., & Bartlett, R. V. (2009). *STEM as a curriculum: An experiential approach*. Education Week, 28(23), 28–31.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking schools in the age of the computer*, New York: Basic Books.

Peterson, T. K. (Ed.), (2013). *Expanding minds and opportunities*, Washington, DC: Collaborative Communications Group, Inc.

Piaget, J. (1929). *The Child's Conception of the World*, NY, Harcourt, Brace Jovanovich.

Roberts, A. (2012). *A Justification for STEM Education*, Technology and Engineering Teacher, May/June 2012.

Stohlmann, M., Moore, J. T. & Roehrig, H. G. (2012). *Considerations for Teaching Integrated STEM Education*, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2(1), 28-34.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Τα φύλλα εργασίας έχουν αναρτηθεί στα παρακάτω link:

1. <https://www.dropbox.com/s/kmx0rvz7jimv56e/%CE%A6%CE%95%281%29%CE%BC%CE%B5%20%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B5%CF%82.docx?dl=0>

2. <https://www.dropbox.com/s/aqdemm2luzt87sl/%CE%A6%CE%95%20%282%29%20%CE%BC%CE%B5%20%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B5%CF%82.docx?dl=0>

3. <https://www.dropbox.com/s/2f1cwrnsy2felnr/%CE%A6%CE%95%281%29%20%CE%BC%CE%B5%20%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B5%CF%82%20beebot.docx?dl=0>

4. <https://www.dropbox.com/s/l44b9vyfofw5i4/%CE%A6%CE%95%20%282%29%20%CE%BC%CE%B5%20%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B5%CF%82%20Beebot.docx?dl=0>