

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2015)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Η Αξιοποίηση Τρισδιάστατων Αναπαραστάσεων στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική: Το Περιβάλλον 'Χελωνόσφαιρα'

Μ. Γριζιώτη, Μ. Ξένος, Χ. Κυνηγός

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γριζιώτη Μ., Ξένος Μ., & Κυνηγός Χ. (2022). Η Αξιοποίηση Τρισδιάστατων Αναπαραστάσεων στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική: Το Περιβάλλον 'Χελωνόσφαιρα'. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 372-381. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4234>

Η Αξιοποίηση Τρισδιάστατων Αναπαραστάσεων στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική: Το Περιβάλλον ‘Χελωνόσφαιρα’

Μ. Γριζιώτη¹, Μ. Ξένος², Χ.Κυνηγός³

¹ Ε.Ε.Τ., Φ.Σ., ΕΚΠΑ mgriziot@ppp.uoa.gr

² Ε.Ε.Τ., Φ.Σ., ΕΚΠΑ & Ι.Τ.Υ.Ε. Διόφαντος, mariosxenos@gmail.com

³ Ε.Ε.Τ., Φ.Σ., ΕΚΠΑ & Ι.Τ.Υ.Ε. Διόφαντος, kynigos@ppp.uoa.gr

Περίληψη

Η «Χελωνόσφαιρα» αποτελεί ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον οπτικοποίησης τρισδιάστατων αναπαραστάσεων οι οποίες κατασκευάζονται με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Κεντρικό χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος είναι η δυνατότητα δυναμικού χειρισμού των αναπαραστάσεων, μέσω ειδικά σχεδιασμένων εργαλείων. Η βασική αρχή που διέπει την «Χελωνόσφαιρα» είναι η εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες αυθεντικού πειραματισμού, διατύπωσης ιδεών και κατασκευής νοημάτων για έννοιες μαθηματικών και πληροφορικής. Στο εργαστήριο αυτό θα αξιοποιηθούν τα χαρακτηριστικά του λογισμικού στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων για τη διδακτική των μαθηματικών και της πληροφορικής. Εκτός από την παρουσίαση συγκεκριμένων παραδειγμάτων, έμφαση θα δοθεί στις επεκτάσεις και την προστιθέμενη αξία που προσδίδει η «Χελωνόσφαιρα» στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: Logo, τρισδιάστατος χώρος, εκπαιδευτικό λογισμικό.

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο της ανάπτυξης των ψηφιακών τεχνολογιών, έχει παρατηρηθεί μια σημαντική στροφή προς τη δημιουργία προγραμματιζόμενων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, ενώ παράλληλα έχει τονιστεί ιδιαίτερα η ανάγκη για «πληροφορικό γραμματισμό» (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013; Kafai & Burke, 2014). Η στροφή αυτή, σε συνδυασμό με την άνθιση της διαδικτυακής επικοινωνίας μέσω των web2.0 εργαλείων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ολοένα και περισσότερων διαδικτυακών εφαρμογών και ιστοσελίδων που προωθούν την εμπλοκή των παιδιών με τον προγραμματισμό, όπως είναι τα περιβάλλοντα Scratch, Lightbot κ.α. Ταυτόχρονα η ιδιαίτερα μεγάλη απήχηση που γνωρίζουν από το 2013 πρωτοβουλίες όπως η «Ωρα του κώδικα», με χιλιάδες επισκέψεις από μαθητές και εκπαιδευτικούς παγκοσμίως, επιβεβαιώνει την τρέχουσα τάση για την εμπλοκή των νέων μαθητών με τις βασικές αρχές του προγραμματισμού, μέσα από σύγχρονα διαδικτυακά εργαλεία που είναι εύκολα προσβάσιμα και έχουν παιγνιώδη χαρακτήρα. Τα εργαλεία που χρησιμοποιεί τόσο η «Ωρα του κώδικα», όσο και οι περισσότερες εφαρμογές για εμπλοκή με τον προγραμματισμό, βασίζονται στη λογική της γλώσσας Logo και σε αυτό που ο Papert, το 1991 ονόμασε γεωμετρία της χελώνας (Harel & Papert, 1991).

Β. Δαγδύλης, Α. Λαδιάς, Κ. Μπίκος, Ε. Ντρενογιάννη, Μ. Τσιτουρίδου (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης & Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 30 Οκτωβρίου – 1 Νοεμβρίου 2015

Στην πράξη όμως, οι περισσότερες από τις δραστηριότητες που εμπλέκονται οι μαθητές σε αυτές τις εφαρμογές, περιορίζονται κυρίως στην εύρεση της μιας και μοναδικής λύσης για την επίλυση ασκήσεων διαβαθμισμένης δυσκολίας σε μορφή quiz. Οι ασκήσεις αυτές προβάλλουν τους βασικούς κανόνες του προγραμματισμού, χωρίς όμως να αναδεικνύουν τις δυνατότητες που προσφέρει για κατασκευή νέων δομημάτων, για σύνθεση διαδικασιών και για βαθύτερη αλγοριθμική σκέψη. Είναι σημαντικό τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, να αξιοποιούν την πρόσθετη παιδαγωγική αξία που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες για έκφραση και δημιουργία, όπου η χρήση αναπαραστάσεων για την διατύπωση εννοιών, η διερεύνηση και το μαστόρεμα με μοντέλα (Κυνηγός, 2006), αναδεικνύουν σημαντικές πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας.

Σκοπός του εργαστηρίου αυτού είναι η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Χελωνόσφαιρα» ως ένα εργαλείο κατασκευής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, μέσα από την δημιουργία και τον δυναμικό χειρισμό γραφικών μοντέλων και αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο. Στα πλαίσια του εργαστηρίου θα παρουσιαστούν συγκεκριμένα παραδείγματα που έχουν αναπτυχθεί στο περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» για τη διδακτική της πληροφορικής και των μαθηματικών.

2. Περιγραφή του λογισμικού «Χελωνόσφαιρα»

Η «Χελωνόσφαιρα» παρέχει ένα περιβάλλον οπτικοποίησης τρισδιάστατων αναπαραστάσεων οι οποίες κατασκευάζονται μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Παράλληλα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται δυναμικά τόσο τα μεταβλητά μεγέθη των γεωμετρικών αντικειμένων που κατασκευάζει όσο και το σημείο θέασης του τρισδιάστατου χώρου, μέσω ειδικά σχεδιασμένων εργαλείων.

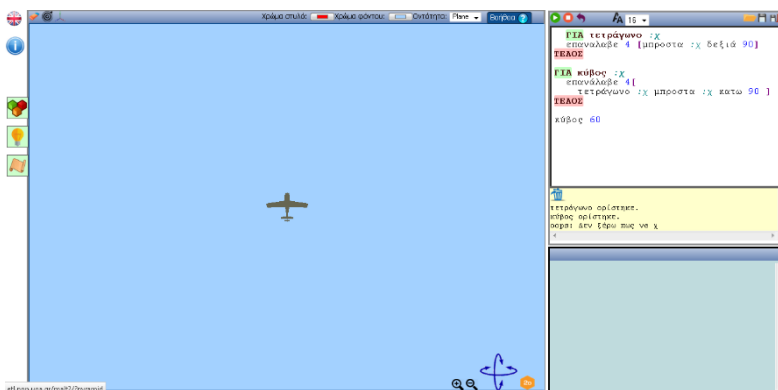
Μια από τις βασικές αρχές της «Χελωνόσφαιρας» είναι η ενθάρρυνση των μαθητών να αναπτύξουν διαισθητικά νέες ιδέες και να τις εκφράσουν με τη χρήση συμβολικής γλώσσας, να τις 'εκτελέσουν' στο περιβάλλον και να παρατηρήσουν άμεσα το αποτέλεσμα τους. Έτσι οι μαθητές μπορούν να κάνουν συγκρίσεις των εκτιμήσεων τους με τα αποτελέσματα που απεικονίζονται στη σκηνή, να ελέγξουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, να πειραματιστούν με νέες ιδέες και να κατασκευάσουν νοήματα σχετικά με τις έννοιες που έχουν εμπλακεί. Επιπλέον, η τρισδιάστατη αναπαράσταση των μοντέλων συμβάλει στην ανάπτυξη της αντίληψης του χώρου και στην δημιουργία νοημάτων σχετικά με τις ιδιότητες των σχημάτων στις τρεις διαστάσεις. Η προηγούμενη έκδοση του περιβάλλοντος («3dMath»), καθώς και η έρευνα που έγινε στο παρελθόν με αυτή (Κυνηγός et. al., 2014) έχει αναδείξει την προστιθέμενη αξία των μικρόκοσμων στις τρεις διαστάσεις.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της «Χελωνόσφαιρας», είναι ότι πρόκειται για ένα διαδικτυακό (web-based) εργαλείο ανεπτυγμένο με τεχνολογίες που υποστηρίζονται από όλες τις σύγχρονες ψηφιακές συσκευές. Έτσι είναι άμεσα προσβάσιμο από οποιονδήποτε Η/Υ ή ηλεκτρονική συσκευή (κινητό τηλέφωνο, tablet κλπ) έχει σύνδεση στο διαδίκτυο, χωρίς να απαιτείται η οποιαδήποτε λήψη ή η

εγκατάσταση αρχείου από την πλευρά του χρήστη. Παράλληλα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει τις «κατασκευές» στον υπολογιστή του, ώστε να μπορεί να τις μοιραστεί με άλλους ή να τις δει από άλλες συσκευές.

2.1 Βασικά στοιχεία του περιβάλλοντος

Το περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» (Εικόνα 1) αποτελείται από δυο βασικές περιοχές. Στο αριστερό μέρος, καταλαμβάνοντας το μεγαλύτερο τμήμα της οθόνης, βρίσκεται η σκηνή των τριών διαστάσεων μαζί με την τρισδιάστατη οντότητα. Στο δεξί μέρος βρίσκεται το κομμάτι του «Συντάκτη» εντολών, στο οποίο συντάσσεται ο κώδικας Logo από τον χρήστη, καθώς και το πλαίσιο των μεταβολών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τον δυναμικό χειρισμό των αναπαραστάσεων.

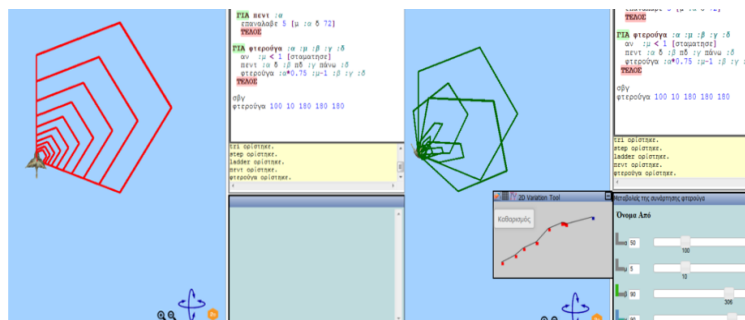


Εικόνα 1: Στιγμιότυπο της αρχικής οθόνης της "Χελωνόσφαιρας"

Πιο συγκεκριμένα:

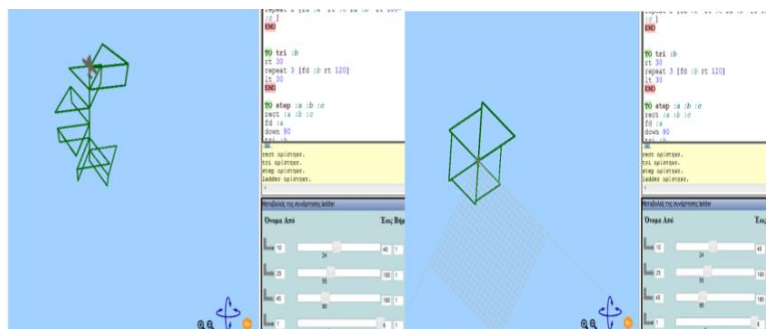
- **Η Σκηνή:** Αποτελεί μια εικονική προσομοίωση του τρισδιάστατου χώρου όπου απεικονίζεται το γραφικό αποτέλεσμα των εντολών της γλώσσας Logo. Το αποτέλεσμα των εκτελούμενων εντολών είναι το ίχνος που αφήνει κατά τη μετακίνησή του το τρισδιάστατο μοντέλο μιας οντότητας (π.χ. αεροπλάνο). Η οντότητα είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να διακρίνεται το μπροστινό μέρος της (η κεφαλή της) και άρα ο προσανατολισμός της, ενώ το ίχνος της αναπαρίσταται ως μια λεπτή κυλινδρική γραμμή που μπορεί να είναι επιλέξιμη από το χρήστη.
- **Ο Συντάκτης Εντολών Logo:** Αποτελεί το πεδίο συμβολικής έκφρασης με χρήση μιας ειδικά σχεδιασμένης έκδοσης της γλώσσας Logo η οποία περιλαμβάνει κινήσεις και στις τρεις διαστάσεις. Μέσα από εντολές ή διαδικασίες στη γλώσσα αυτή, ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει τρισδιάστατα γεωμετρικά μοντέλα στη σκηνή αλλά και να ορίσει νέες εντολές απλές ή με παραμέτρους. Στο κάτω μέρος του συντάκτη υπάρχει μια περιοχή ανατροφοδότησης του χρήστη, στην οποία εμφανίζονται μηνύματα ενημέρωσης από το σύστημα.

- **Δυναμικός χειρισμός γραφικών αναπαράστασεων:** Τα εργαλεία δυναμικού χειρισμού της «Χελωνόσφαιρας» δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να ελέγχει δυναμικά τις τιμές των μεταβλητών μιας εκτελεσθείσας διαδικασίας Logo.
- **Ο μονοδιάστατος μεταβολέας:** Βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον συντάκτη εντολών και ενεργοποιείται μόνο εφόσον εκτελεσθεί μια παραμετρική διαδικασία Logo και γίνει «κλικ» στο αντίστοιχο ίχνος της οντότητας. Αποτελείται από μεταβολείς – αριθμογραμμές, στον καθένα από τους οποίους αντιστοιχεί μια μεταβλητή της διαδικασίας Logo. Μετακινώντας τον ολισθητή του κάθε μεταβολέα, η διαδικασία επανεκτελείται άμεσα με τη νέα τιμή της μεταβλητής και ταυτόχρονα αλλάζει και η αναπαράστασή της στη σκηνή.
- **Ο δισδιάστατος μεταβολέας:** Επιτρέπει τη συμμεταβολή των τιμών δύο μεταβλητών μιας εκτελεσθείσας διαδικασίας Logo και ενεργοποιείται, όταν επιλεγούν αυτές οι δύο μεταβλητές από το μονοδιάστατο μεταβολέα. Ο χρήστης επιλέγει ποια μεταβλητή αντιστοιχεί στον άξονα των X και ποιά στον Y στο ορθοκανονικό σύστημα συντεταγμένων του μεταβολέα, ενώ κάνοντας κλικ στην επιφάνειά του και μετακινώντας το ποντίκι, συμμεταβάλλει τις τιμές και των δύο μεταβλητών. Το αποτέλεσμα των αλλαγών φαίνεται άμεσα στην αναπαράσταση του ίχνους στη τρισδιάστατη σκηνή (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Δυναμικός χειρισμός αντικειμένου με τα εργαλεία των μεταβολέων

- **Δυναμικός χειρισμός του σημείου θέσης του τρισδιάστατου χώρου:** Καθώς η σκηνή είναι τριών διαστάσεων, η «Χελωνόσφαιρα» διαθέτει μια περισκοπική κάμερα η οποία μετακινείται στη αόρατη σφαίρα της σκηνής. Αρχικά η θέση της κάμερας είναι σε ευθυγράμμιση με τη σκηνή και έτσι δημιουργεί την αίσθηση στον χρήστη ότι κοιτάζει έναν δισδιάστατο χώρο. Μόλις όμως περιστρέψει την κάμερα ή μετακινήσει την οντότητα στην τρίτη διάσταση, βλέπει και τις τρεις διαστάσεις της σφαίρας. Έτσι ο χρήστης μπορεί να αντιληφθεί με διαφορετικούς τρόπους τον τρισδιάστατο χώρο κατά τη διαδικασία της κατασκευής ενός αντικειμένου (Latsi&Kynigos, 2012) (Εικόνα 3). Ο δυναμικός χειρισμός της κάμερας μπορεί να πραγματοποιηθεί: α) χρησιμοποιώντας το ποντίκι ή το πληκτρολόγιο β) χρησιμοποιώντας τα ειδικά εργαλεία ελέγχου της κάμερας που διαθέτει η σκηνή.



Εικόνα 3: Το ίδιο αντικείμενο από διαφορετικές οπτικές γωνίες

Το περιβάλλον "Χελωνόσφαιρα" σχεδιάστηκε από την ομάδα του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Έργου «MCSquared».

Το λογισμικό, μαζί με το αναλυτικό εγχειρίδιο χρήσης του, διατίθενται από το διαδικτυακό τόπο του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας (EET) του Πανεπιστημίου Αθηνών (<http://etl.ppp.uoa.gr/malt2>).

3. Η «Χελωνόσφαιρα» στη διδακτική της πληροφορικής

Το περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για μια διαφορετική προσέγγιση της διδακτικής εννοιών της πληροφορικής.

3.1 Διαδικαστικός προγραμματισμός

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του περιβάλλοντος, βασισμένη στη γλώσσα Logo (BerkeleyLogo), δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να εμπλακούν άμεσα με τον διαδικαστικό προγραμματισμό. Αξιοποιώντας την επεκτασιμότητα της γλώσσας Logo, οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν νέες διαδικασίες οι οποίες θα δέχονται ή όχι παραμέτρους και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν τις διαδικασίες αυτές είτε ως μεμονωμένες εντολές είτε ως υποδιαδικασίες μέσα σε νέες διαδικασίες. Έτσι οδηγούνται στην επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων μέσα από μικρά βήματα.

3.2 Η έννοια της μεταβλητής

Πολλές έρευνες (Στεργιοπούλου, 1992; Τζιμογιάννης & Κόμης 2000; Γρηγοριάδου & Γλέζου, 2009) έχουν αναδείξει τις δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση του ρόλου και της χρήσης της μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα. Μια τυπική παρανόηση αποτελεί η σύγχυση της μεταβλητής που χρησιμοποιείται στα μαθηματικά με την μεταβλητή στον προγραμματισμό. Αξιοποιώντας τα εργαλεία της «Χελωνόσφαιρας», η έννοια της μεταβλητής παρουσιάζεται μέσα από μια διαφορετική προσέγγιση η οποία προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα: α) Η μεταβλητή ενός προγράμματος αναπαρίσταται με γραφικό τρόπο μέσα από τα γεωμετρικά σχήματα της σκηνής. Έτσι

οι μαθητές μπορούν να αντιστοιχίσουν την αόριστη έννοια της μεταβλητής σε κάτι από όπωσ είναι ένα γεωμετρικό σχήμα β) Οι τιμές μιας μεταβλητής και το αντίστοιχο γεωμετρικό σχήμα αλλάζουν με δυναμικό τρόπο μέσω των εργαλείων δυναμικού χειρισμού της «Χελωνόσφαιρας». Έτσι εμπλέκονται σε μια διαδικασία αυθεντικού πειραματισμού και εφαρμογής των ιδεών τους, με σκοπό την αναγνώριση του τρόπου χρήσης της μεταβλητής.

4. Η «Χελωνόσφαιρα» στη διδακτική των μαθηματικών

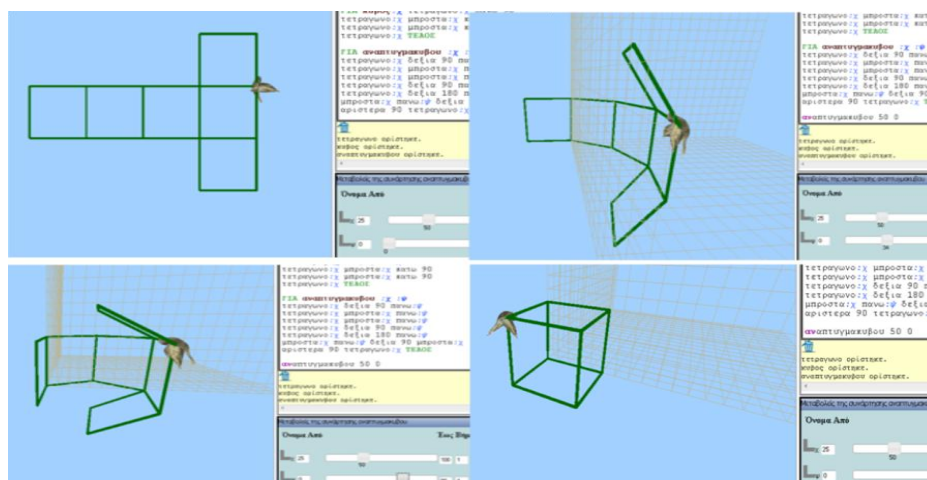
Η «Χελωνόσφαιρα» στον τομέα των μαθηματικών επιδιώκει μια διαφορετική προσέγγιση για τη διδακτική της γεωμετρίας, μέσω της αρχής της ενοποίησης «προγραμματισμού – δυναμικού χειρισμού» (Κυνίγος, 2004). Ο συνδυασμός του προγραμματισμού για την κατασκευή τρισδιάστατων αναπαραστάσεων, με τον δυναμικό χειρισμό τους από τους μαθητές, σε ένα τέτοιο περιβάλλον μπορεί να συμβάλει:

- στην αναγνώριση μεταβαλλόμενων και σταθερών ιδιοτήτων των γεωμετρικών σχημάτων
- στην διάκριση των διαφορετικών ιδιοτήτων των σχημάτων μεταξύ του δισδιάστατου και τρισδιάστατου χώρου και στη μετάβαση από τον έναν χώρο στον άλλον
- στην αναπαράσταση των παραμέτρων ενός προγράμματος με στοιχεία γεωμετρικών σχημάτων
- στην προώθηση της ανακαλυπτικής μάθησης στη διδασκαλία της γεωμετρίας

Συνοπτικά θα λέγαμε ότι το περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» συνδυάζει α) τη διαδραστικότητα, β) τις πολλαπλές συνδεδεμένες αναπαραστάσεις, γ) τη δυναμική απεικόνιση και χειρισμό στον τρισδιάστατο χώρο ε) την ευκολία πρόσβασης ενός web-based περιβάλλοντος.

4.1 «Ανάπτυγμα του κύβου»: Μια αξιοποίηση του λογισμικού στα μαθηματικά

Ένα από τα παραδείγματα που θα παρουσιαστούν και στο εργαστήριο, για τη διδακτική γεωμετρικών εννοιών είναι το παράδειγμα του αναπτύγματος του κύβου. Στο παράδειγμα αυτό, αξιοποιείται το περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» για την κατασκευή ενός μοντέλου αναπτύγματος του κύβου και την μετατροπή του σε τρισδιάστατο σχήμα με τη χρήση της γλώσσας Logo και των εργαλείων δυναμικού χειρισμού των μεταβλητών. Στιγμιότυπα από το παράδειγμα αυτό φαίνονται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Το παράδειγμα του αναπτύγματος του κύβου

Το παραπάνω παράδειγμα αξιοποιήθηκε σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε Γυμνάσιο της Αθήνας στα πλαίσια του ομίλου Μαθηματικών του σχολείου σε τρεις διαδοχικές συναντήσεις διάρκειας δύο ωρών. Στην έρευνα συμμετείχαν οκτώ συνολικά μαθητές χωρισμένοι σε τέσσερις διμελείς ομάδες. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την ανάλυση ήταν αρχεία ήχου από όλες τις συνομιλίες, αρχεία βίντεο από την καταγραφή της οθόνης, τα παραγόμενα των μαθητών και σημειώσεις των ερευνητών. Ένα από τα κεντρικά ερωτήματα της έρευνας ήταν η παραγωγή νοημάτων από τους μαθητές για την έννοια της μεταβλητής μέσα από τη χρήση του εργαλείου «Χελωνόσφαιρα». Οι μαθητές, στην πρώτη φάση της έρευνας, χρησιμοποίησαν το εργαλείο για να προγραμματίσουν ένα δυναμικό σχήμα το οποίο θα μεταβάλλεται από τον δισδιάστατο στον τρισδιάστατο χώρο σχηματίζοντας έναν κύβο. Στη δεύτερη φάση της έρευνας, χρησιμοποίησαν διάφορα στερεά σχήματα, ως δομικούς λίθους και να κατασκευάσουν τα δικά τους δομήματα με το εργαλείο. Μέσα από την χρήση της περισκοπικής κάμερας του τρισδιάστατου χώρου οι μαθητές κατάφεραν να εντοπίσουν ιδιότητες των γεωμετρικών σχημάτων στο χώρο όπως η διέδρη γωνία του κύβου και η κλίση μιας πυραμίδας. Επιπλέον, κατά την διαδικασία κατασκευής για την αντικατάσταση σταθερών μεγεθών του κώδικα με μεταβλητές έκαναν εκτενή χρήση των εργαλείων δυναμικής αναπαράστασης του περιβάλλοντος και κυρίως των μεταβολέων. Η ανάλυση των πρώτων αποτελεσμάτων της έρευνας έδειξε ότι οι δυνατότητες που παρέχει το περιβάλλον της «Χελωνόσφαιρας» βοήθησαν τους μαθητές να οδηγηθούν σε έγκυρα συμπεράσματα σχετικά με την χρήση της μεταβλητής και τον ρόλο της στον προγραμματισμό αλλά και να αναγνωρίσουν έννοιες που αφορούν τις γεωμετρικές αναπαραστάσεις στον τρισδιάστατο χώρο.

Ευχαριστίες

Η έρευνα που οδήγησε σε αυτά τα αποτελέσματα χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση FP7, στο πλαίσιο της σύμβασης GA 610467: έργο “MCSquared”, <http://mc2-project.eu>. Το παρόν άρθρο εκφράζει αποκλειστικά τις απόψεις των συγγραφέων και η Ε.Ε. δεν φέρει ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση γίνει σε πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε αυτό.

Βιβλιογραφία

- Γλέζου, Κ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2009). Διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης για τη Διδασκαλία του Προγραμματισμού. Στο: Μ. Γρηγοριάδου, Ε. Γουλή, & Α. Γόγουλου (Επιμ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής* (σελ. 75-106). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. doi:10.3102/0013189X12463051
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Kafai, YB., & Burke, Q. (2014). Mindstorms 2.0. Children, programming, and computational participation. In proceedings of *Constructionism 2014, Vienna*. Retrieved from: http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/papers/2.6_3-8530.pdf.
- Kynigos, C. (2004). Black and White Box Approach to User Empowerment with Component Computing. *Interactive Learning Environments*, 12 (1–2), 27–71.
- Κυνηγός, Χ. (2006) *Το Μάθημα της Διερεύνησης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Kynigos, C., Moustaki, F., Smyrniou, R., & Xenos, M. (2014). Half-baked microworlds as expressive media for fostering creative mathematical thinking. In *proceedings of Constructionism 2014, Vienna*. Retrieved from: http://constructionism2014.ifs.tuwien.ac.at/papers/2.2_2-8574.pdf.
- Latsi, M., & Kynigos, C. (2012). Experiencing 3d simulated space through different perspectives. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 183-195). New York: Springer.
- Στεργιοπούλου-Καλαντζή, Α. (1992). Η έννοια της μεταβλητής στην Πληροφορική. Νέες διδακτικές προοπτικές. *Ευκλείδης Γ* 32(6), 79-89. Ανακτήθηκε από: <http://www.hms.gr/apothema/?s=sa&i=2620>
- Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2000). Η έννοια της μεταβλητής στον Προγραμματισμό: Δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου. Στο

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή “Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση”. Πάτρα.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.