

Αξιοποίηση και κατασκευή προσομοιώσεων Κινηματικής στο Scratch από μαθητές Λυκείου

Γλέζου Κατερίνα¹, Μαστρογιάννης Ιάκωβος², Σωτηρίου Σοφία³

¹Δρ. Καθηγήτρια Φυσικής/Πληροφορικής, Α΄ Αρσάκειο Γενικό Λύκειο Ψυχικού
kglezou@di.uoa.gr

²Καθηγητής Φυσικής Αγωγής, Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ευεργέτουλα
iakomas@sch.gr

³Καθηγήτρια Φυσικής, Πρότυπο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Μυτιλήνης του Πανεπιστημίου
Αιγαίου - sofisot@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην αξιοποίηση και κατασκευή μοντέλων και προσομοιώσεων από μαθητές Λυκείου σε αυθεντικές συνθήκες τάξης χρησιμοποιώντας το πολυμεσικό προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch προκειμένου να διερευνήσουν έννοιες Κινηματικής και να αποκτήσουν δεξιότητες μοντελοποίησης. Η διδακτική προσέγγιση εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο του γνωστικού αντικειμένου «Ερευνητική εργασία» σε ένα τμήμα της Α΄ Τάξης Γενικού Λυκείου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2011-2012. Στη μελέτη αυτή περιγράφουμε τα κύρια χαρακτηριστικά της διδακτικής προσέγγισης και της εφαρμογής αυτής και συζητάμε πάνω σε θέματα κλειδιά.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Scratch, προσομοίωση, μοντελοποίηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται ένας αυξανόμενος αριθμός ερευνητικών μελετών οι οποίες προσπαθούν να διασαφηνίσουν το ρόλο των υπολογιστικών εργαλείων μοντελοποίησης στην εκπαίδευση και κυρίως, στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών (ενδεικτικά: Glezou & Grigoriadou, 2010; Γλέζου, 2008; Schwartz, 2007; Wilensky & Reisman, 2006; Dimitracopoulou & Komis, 2005; Βοσνιάδου, 2005; Ραβάνης, 2004; Ορφανός & Δημητρακοπούλου, 2003; Δαπόντες, 2002; Teodoro, 2002; Vosniadou et al., 2001; Jimoyiannis & Komis, 2001; Jimoyiannis et al., 2000). Η μάθηση σχετικά με τη διαμόρφωση, την ανάλυση, τη δοκιμή και την αναθεώρηση μοντέλων αποτελεί μια κρίσιμη πτυχή της κατανόησης της επιστήμης και σημαντική ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές να γίνουν ενεργοί διά βίου μαθητές (Γλέζου, 2010).

Η εισήγηση αυτή αποτελεί πρόταση αξιοποίησης του εκπαιδευτικού λογισμικού Scratch για τη διερεύνηση και κατασκευή προσομοιώσεων από μαθητές του Λυκείου σε αυθεντικές συνθήκες τάξης. Οι μαθητές/τριες εμπλέκονται σε διαδικασίες ανακαλυπτικής και διερευνητικής μάθησης μέσω δραστηριοτήτων αξιοποίησης και κατασκευής μοντέλων και προσομοιώσεων προκειμένου να διερευνήσουν φυσικά φαινόμενα με αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού. Επιδιώκεται η ανάλυση των κύριων παραμέτρων του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της εφαρμογής μιας αποτελεσματικής επικοινωνιακής προσέγγισης με στόχο την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών στην ανάπτυξη προσομοιώσεων στο πλαίσιο ενός διεπιστημονικού έργου.

Το Scratch (<http://scratch.mit.edu/>) αποτελεί ένα πολυμεσικό προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει εύκολα διαδραστικές ιστορίες, κινούμενα σχέδια, προσομοιώσεις, ηλεκτρονικά παιχνίδια, μουσική και ψηφιακή τέχνη (Φεσάκης κ.α., 2010; Resnick et al., 2009).

Σκοπό της παρούσας μελέτης αποτελεί η ανάδειξη βασικών παραμέτρων μιας αποτελεσματικής εναλλακτικής διδακτικής πρότασης σε επίπεδο σχεδίασης, ανάπτυξης και εφαρμογής με στόχο την υποστήριξη της εκπαιδευτικής κοινότητας με συγκεκριμένες προτάσεις εφαρμογής.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Με τον όρο μοντελοποίηση, εννοούνται διαδικασίες επινόησης και χρήσης μοντέλων με σκοπό να επιτελέσουν μία ή περισσότερες από τις βασικές λειτουργίες όπως η αναπαράσταση ενός συστήματος, η πρόβλεψη και η εξήγηση (Σταυρίδου, 1995). Η μοντελοποίηση συνιστά εγγενές χαρακτηριστικό της επιστημονικής έρευνας αλλά και της εκπαιδευτικής πράξης (Ogborn, 1990). Έρευνες στα πλαίσια της

διδασκτικής των επιστημών και της γνωστικής ψυχολογίας έχουν δείξει ότι, η εφαρμογή της διαδικασίας μοντελοποίησης συνιστά ουσιαστικά μια διαδικασία μάθησης για τον ίδιο το μαθητή που την εφαρμόζει, και αυτό για μια σειρά λόγους (Ogbon, 1997, Πολίτης & άλλοι, 1999):

- μέσα από την προσπάθεια επινόησης μοντέλων, οι μαθητές εκφράζουν τις ιδέες τους και τα νοητικά τους μοντέλα. Η έκφραση αυτή είναι ένα πρώτο βήμα στην πορεία της επίγνωσης των συλλογισμών τους,
- οι γραφικές και συμβολικές αναπαραστάσεις που μπορούν να λάβουν τα μοντέλα παίζουν ρόλο υποστήριξης του συλλογισμού, ένα ρόλο συνοδευτικό της σκέψης,
- η δημιουργία και η διερεύνηση μοντέλων, παίζει ενισχυτικό ρόλο στο να γίνουν οι ιδέες αντικείμενο επικοινωνίας μεταξύ μαθητών με συμμαθητές τους ή με τους καθηγητές τους.

Δυο διαφορετικοί τρόποι αξιοποίησης προσομοιώσεων απαντώνται στην εκπαιδευτική διαδικασία: η χρήση μοντέλου (model-using) και η κατασκευή μοντέλου (model-building). Χρήση μοντέλου έχουμε όταν χρησιμοποιείται η προσομοίωση που σχεδιάστηκε από κάποιον άλλο. Συνήθως, εφαρμόζεται στις διδακτικές προσεγγίσεις όπου οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται ως μια αλληλεπιδραστική στρατηγική. Κατασκευή μοντέλου έχουμε όταν ο χρήστης έχει άμεσο ρόλο στο χτίσιμο της προσομοίωσης.

Οι μαθητές, κατά την εμπλοκή τους με μοντέλα και προσομοιώσεις σε διαδικασίες ανακαλυπτικής μάθησης, εμφανίζουν δυσκολίες να κάνουν υποθέσεις που να οδηγούν σε κατάλληλα πειράματα και δεν προσαρμόζουν εύκολα τις υποθέσεις τους βασιζόμενοι στα δεδομένα που συλλέγουν. Ως αντιστάθμιση των δυσκολιών αυτών προτείνεται η επιπρόσθετη πληροφορία και διδακτική στήριξη (De Jong & van Joolingen, 1998).

Η αληθινή αξία της μοντελοποίησης αναδύεται όταν οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιούν έννοιες που ανέπτυξαν σε προηγούμενες δραστηριότητες μοντελοποίησης προκειμένου να διαπραγματευτούν πιο πολύπλοκα προβλήματα μοντελοποίησης (Forbus et al., 2006). Η έγκυρη αξιοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης δεν μπορεί να γίνει μέσα από την εξέταση των ήδη έτοιμων μοντέλων που συνοδεύουν το λογισμικό, αλλά μέσα από την παροχή ευκαιριών στους μαθητές να εκφράσουν τις ιδέες τους, να εξετάσουν την εγκυρότητα και τα όρια ισχύος των ιδεών τους και να φτάσουν να οικοδομήσουν σταδιακά την επιστημονική γνώση (Κόμης & άλλοι, 1999).

Έρευνες εστιάζουν στην περαιτέρω κατανόηση των σχεδιαστικών χαρακτηριστικών των υπολογιστικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων, τα οποία μπορούν να προωθήσουν ή να εμποδίσουν τη μάθηση με χρήση μοντέλων στην επιστήμη (Simpson et al., 2005; Louca et al., 2003; Louca & Constantinou, 2002). Είναι σημαντικό να μελετήσουμε τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους χρησιμοποιούν οι μαθητές τα διάφορα προγραμματιστικά περιβάλλοντα τα οποία υποστηρίζουν τις πρακτικές μοντελοποίησης στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία. Πιθανά να υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία των διαφορετικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων που υποστηρίζουν τη μάθηση κι άλλα που τη δυσχεραίνουν.

Η πρόταση αξιοποίησης των «μισοψημένων μικρόκοσμων» (Κυνηγός κ.α. 2006) ως εργαλείων σχεδιασμένων να λειτουργήσουν ως γεννήτριες ιδεών και ως αφετηρία για αλλαγή και βελτίωση εγείρει πληθώρα ερωτημάτων προς διερεύνηση. Είναι δύσκολο να δώσουμε στους μαθητές δυνατά προκατασκευασμένα μοντέλα με σκοπό την κατασκευή νέων μοντέλων, και ωστόσο ευέλικτα και διάφανα ώστε να ενθαρρύνουμε τους μαθητές να διερευνήσουν τις εσωτερικές τους λειτουργίες (Simpson et al., 2005).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Γενική περιγραφή

Η παρούσα εργασία δίνει έμφαση στην αξιοποίηση και κατασκευή μοντέλων και προσομοιώσεων από μαθητές Λυκείου σε αυθεντικές συνθήκες τάξης χρησιμοποιώντας το πολυμεσικό προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch προκειμένου να διερευνήσουν φυσικά φαινόμενα και να αποκτήσουν δεξιότητες μοντελοποίησης επεκτείνοντας την πρότερη γνώση και εμπειρία τους. Η μελέτη αυτή αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης έρευνας, η οποία επιχειρεί να διερευνήσει την προστιθέμενη αξία εφαρμογής ενός διαθεματικού εκπαιδευτικού σεναρίου που προωθεί τη διερευνητική και συνεργατική μάθηση με αξιοποίηση εκπαιδευτικών λογισμικών μοντελοποίησης ως πλαισίου δραστηριοτήτων και σειράς μαθημάτων.

Στην εργασία αυτή επιχειρείται η ανάδειξη πτυχών μιας αποτελεσματικής εναλλακτικής διδακτικής προσέγγισης σε επίπεδο σχεδίασης, ανάπτυξης και εφαρμογής με σκοπό την υποστήριξη της εκπαιδευτικής κοινότητας με συγκεκριμένες προτάσεις εφαρμογής. Παρουσιάζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα όπως αναδύθηκαν από την πιλοτική εφαρμογή δραστηριοτήτων κατασκευής προσομοιώσεων και πολυμεσικών εφαρμογών αξιοποιώντας το περιβάλλον Scratch στο Λύκειο.

Στο άρθρο αυτό θα εστιάσουμε σε χαρακτηριστικές πτυχές της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας όπως αναδύθηκαν κατά την κατασκευή μοντέλων και προσομοιώσεων από τους μαθητές στην τάξη αξιοποιώντας το περιβάλλον Scratch.

Μεθοδολογία

Η διδακτική προσέγγιση εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο του γνωστικού αντικειμένου «Ερευνητική εργασία» σε ένα τμήμα της Α΄ Τάξης του Α΄ Αρσάκειου Γενικού Λυκείου Ψυχικού κατά τη διάρκεια του α΄ τετράμηνου του σχολικού έτους 2011-2012. Το τμήμα διαπραγματεύτηκε την Ερευνητική εργασία με θέμα: «Μοντελοποίηση στις Φυσικές Επιστήμες - Ανάπτυξη μοντέλων / προσομοιώσεων / πολυμεσικών εφαρμογών για τη διερεύνηση εννοιών Φυσικών Επιστημών με αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού» (για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την Ερευνητική εργασία βλ. http://11yk-arsak.att.sch.gr/?page_id=542).

Οι μαθητές/τριες δεν είχαν έρθει πρότερα σε επαφή με το περιβάλλον Scratch. Απέκτησαν μια πρώτη εξοικείωση με το περιβάλλον και τις βασικές λειτουργίες του στο πλαίσιο μαθημάτων δύο διδακτικών ωρών, που αφορούσαν στη γνωριμία με τα βασικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, στην εισαγωγή πολυμεσικών στοιχείων (πχ εικόνα, ήχος, βίντεο) και δημιουργία κινουμένων σχεδίων.

Οι μαθητές/τριες χωρίστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων δικής τους επιλογής. Στην παρούσα έρευνα, διάρκειας 3 διδακτικών ωρών για 6 εβδομάδες, συμμετείχε ένα τμήμα με 20 μαθητές/τριες (7 κορίτσια και 13 αγόρια: 5 ομάδες). Οι 4-μελείς ομάδες συχνά χωρίζονταν σε δυάδες (ανά η/υ) προκειμένου να διερευνήσουν διαφορετικά μοντέλα.

Πρόκειται για μία μελέτη περίπτωσης που χρησιμοποιεί εθνογραφικά στοιχεία και στοιχεία έρευνας δράσης αφού η ερευνήτρια ήταν και εκπαιδευτικός της τάξης.

Ως εργαλεία έρευνας χρησιμοποιήθηκαν: α) προσομοιώσεις στο Scratch, β) φύλλα δραστηριοτήτων-σχεδιάσεις μαθημάτων, γ) φύλλα εργασίας μαθητή και δ) συνοδευτικά φύλλα καθηγητή εφαρμόζοντας διαμορφωτική – δυναμική αξιολόγηση κατά τον κύκλο ανάπτυξής τους, καθώς και η εξελληνισμένη έκδοση του περιβάλλοντος Scratch (έκδοση 1.4).

Η συλλογή δεδομένων αφορούσε στις σημειώσεις-ημερολόγιο της ερευνήτριας-εκπαιδευτικού για κάθε διδακτική ώρα, τις σημειώσεις-προσχέδια των μαθητών, τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας, τους μικρόκοσμους και τις τελικές συνθετικές εργασίες των μαθητών. Ακολούθησε ποιοτική ανάλυση των δεδομένων και τα αποτελέσματα αυτής οδήγησαν σε αλλαγές στην εργονομία, όψη και λειτουργικότητα των μικρόκοσμων, καθώς και στη βελτιωτική αναδιαμόρφωση της πορείας διδασκαλίας και των φύλλων εργασίας.

Σκοπός και στόχοι

Βασικός σκοπός της ερευνητικής εργασίας είναι η οικοδόμηση γνώσεων και ανάπτυξη ικανοτήτων κατασκευής και διαχείρισης μοντέλων, προσομοιώσεων και πολυμεσικών εφαρμογών για τη διερεύνηση φυσικών φαινομένων σε ένα ενεργό, συμμετοχικό και ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον μάθησης αξιοποιώντας εκπαιδευτικά λογισμικά μοντελοποίησης.

Οι μαθητές, εμπλεκόμενοι στις δραστηριότητες του διαθεματικού σεναρίου, έχουν τη δυνατότητα:

A. Παιδαγωγικοί στόχοι

- Να αξιοποιήσουν τις υπάρχουσες διαισθήσεις τους και να διαμορφώσουν στρατηγικές για την αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων.
- Να διατυπώσουν υποθέσεις, να πειραματιστούν και να ελέγξουν την ορθότητά τους.
- Να αποκτήσουν δεξιότητες διαχείρισης και αξιοποίησης πληροφοριών (αναζήτηση, ταξινόμηση, οργάνωση, παρουσίαση, αναπαράσταση, ανάλυση, σύνθεση).
- Να συσχετίσουν, να αναλύσουν, να συνθέσουν τις πληροφορίες-δεδομένα, να εξάγουν συμπεράσματα και να προβούν σε ερμηνεία αυτών.
- Να καλλιεργήσουν τη συστημική τους σκέψη που συνίσταται σε εξοικείωση με τη διαδικασία ανάλυσης του προβλήματος στα επιμέρους συστατικά του, αντιμετώπισης καθενός ξεχωριστά και σύνθεσης μιας ολοκληρωμένης λύσης.

- Να εξοικειωθούν με την ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλήματος.
- Να «αποποινικοποιήσουν» την έννοια του λάθους.
- Να δημιουργήσουν πρωτότυπες κατασκευές προσωπικού νοήματος.
- Να καλλιεργήσουν δεξιότητες έκφρασης (προφορικού και γραπτού λόγου, καλλιτεχνικής, «γλώσσας του σώματος» και επικοινωνίας.
- Να συνεργαστούν μεταξύ τους για την επίτευξη κοινού στόχου αναπτύσσοντας προσωπική και συλλογική ευθύνη ως μέλη μιας ομάδας.

Β. Γενικοί διδακτικοί – μαθησιακοί στόχοι

Γενικός Διδακτικός Στόχος

- Να διερευνήσουν φυσικά φαινόμενα με αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού.
- Να οικοδομήσουν γνώσεις πάνω σε έννοιες Φυσικών Επιστημών.
- Να αναπτύξουν δεξιότητες κατασκευής, διερεύνησης και διαχείρισης μοντέλων/προσομοιώσεων/πολυμεσικών εφαρμογών για τη διερεύνηση φυσικών φαινομένων.

Παρακάτω αναλύονται οι στόχοι ανά γνωστικό αντικείμενο:

α. Στόχοι ως προς τη Φυσική

- Να ανακαλύπτουν, εφαρμόζουν, πειραματίζονται με τις σχέσεις μεταξύ των μεγεθών που υπεισέρχονται στα φυσικά φαινόμενα.
- Να ελέγχουν μέσω εικονικών πειραμάτων φυσικούς νόμους και συνθήκες και να τα εφαρμόζουν στην επίλυση προβλημάτων.
- Να περιγράφουν την αλληλουχία των μεταβολών των φυσικών μεγεθών κατά την εξέλιξη φυσικών φαινομένων.
- Να διατυπώνουν υποθέσεις, να πειραματιστούν, να ελέγξουν την ορθότητα των υποθέσεών τους, να εξάγουν συμπεράσματα και να προβούν σε ερμηνεία αυτών.
- Να διαμορφώσουν στρατηγικές για την αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων Φυσικών Επιστημών.

β. Στόχοι ως προς την Πληροφορική

- Να αναπτύξουν δεξιότητες σχεδίασης, ανάπτυξης, διερεύνησης και διαχείρισης μοντέλων/προσομοιώσεων, πολυμεσικών εφαρμογών.
- Να εξοικειωθούν με εκπαιδευτικά λογισμικά.
- Να προσεγγίσουν την έννοια της μεταβλητής και της παραμετροποίησης.
- Να αποκτήσουν δεξιότητες διαχείρισης διαφορετικών πολυμεσικών στοιχείων.

γ. Στόχοι ως προς τα Μαθηματικά

- Να εξοικειωθούν με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης των δεδομένων (συμβολική, γραφική).
- Να αποσαφηνίσουν βασικές έννοιες προσανατολισμού, μεταβολής μεγεθών, αναλογιών, κλίμακας.
- Να διακρίνουν συμμεταβολές, αναλογικές ή μη σχέσεις μεταξύ μεγεθών.

Περιγραφή των δραστηριοτήτων

Οι μαθητές/τριες εμπλέκονται σε διαδικασίες ανακαλυπτικής και διερευνητικής μάθησης μέσω δραστηριοτήτων αξιοποίησης και κατασκευής μοντέλων και προσομοιώσεων προκειμένου να διερευνήσουν φυσικά φαινόμενα με αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού.

Ακολουθήθηκαν εναλλακτικές διδακτικές στρατηγικές όπως πειραματισμό με προκατασκευασμένες προσομοιώσεις και κατασκευή προσομοιώσεων από το μηδέν.

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες χαρακτηρίζονται από σταδιακή αύξηση του βαθμού πολυπλοκότητας και δυσκολίας και λειτουργούν ως σκαλωσιά κατά τη σταδιακή εξοικείωση των μαθητών με το Scratch. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι μαθητές δομούν, επεξεργάζονται, αναθεωρούν υπάρχοντα μοντέλα και συνεργάζονται, προκειμένου να αντιμετωπίσουν πιο σύνθετα προβλήματα, και εντέλει να οδηγηθούν σε ατομική διαδικασία οικοδόμησης νοημάτων μέσω εμπειριών.

Οι δραστηριότητες εξελίσσονται σε διακριτές φάσεις. Η επιλογή συγκεκριμένων εξελικτικών φάσεων των δραστηριοτήτων στηρίζεται στην άποψη ότι η δημιουργία νέων μοντέλων προς αντιμετώπιση καταστάσεων σταδιακά αυξανόμενου βαθμού δυσκολίας με επαναχρησιμοποίηση των ήδη κατασκευασμένων μοντέλων ενθαρρύνει τη συστηματοποίηση της γνώσης και γεφυρώνει το πέρασμα από τα απλά στα δύσκολα (Γλέζου, 2008). Κάθε νέα δραστηριότητα βασίζεται στις δεξιότητες που αποκτήθηκαν στην προηγούμενη δραστηριότητα λειτουργώντας ως σκαλωσιά για την

ανάπτυξη συλλογιστικών διαδικασιών και ως συστηματικός τρόπος απόκτησης ευχέρειας με τα εργαλεία του περιβάλλοντος (Glezou, 2012).

Η Κινηματική μελετάται στην Α΄ Τάξη Λυκείου σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών Λυκείου. Εστιάσαμε στην αξιοποίηση και κατασκευή προσομοιώσεων όπως:

- Ευθύγραμμη Ομαλή κίνηση
- Ευθύγραμμη Ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση
- Ελεύθερη πτώση

Προχωρήσαμε στην αξιοποίηση, διερεύνηση και κατασκευή προσομοιώσεων σταδιακά αυξανόμενου βαθμού δυσκολίας και πολυπλοκότητας:

- Προσομοίωση απλής κίνησης
- Στροβοσκοπική αναπαράσταση
- Συνδυασμό με πίνακες
- Συνδυασμό με γραφήματα

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Από την ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής εφαρμογής (είναι σε εξέλιξη και συνεπώς εδώ παρουσιάζονται ενδεικτικά στοιχεία) επισημαίνονται τα παρακάτω:

Η διδασκαλία είχε ιδιαίτερα θετική απήχηση στην πλειοψηφία των μαθητών. Οι μαθητές συχνά δήλωναν ενθουσιασμένοι από την επαφή τους με το «καθαρό» προγραμματιστικό κομμάτι και χαρακτήριζαν «ζωντανή» την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον.

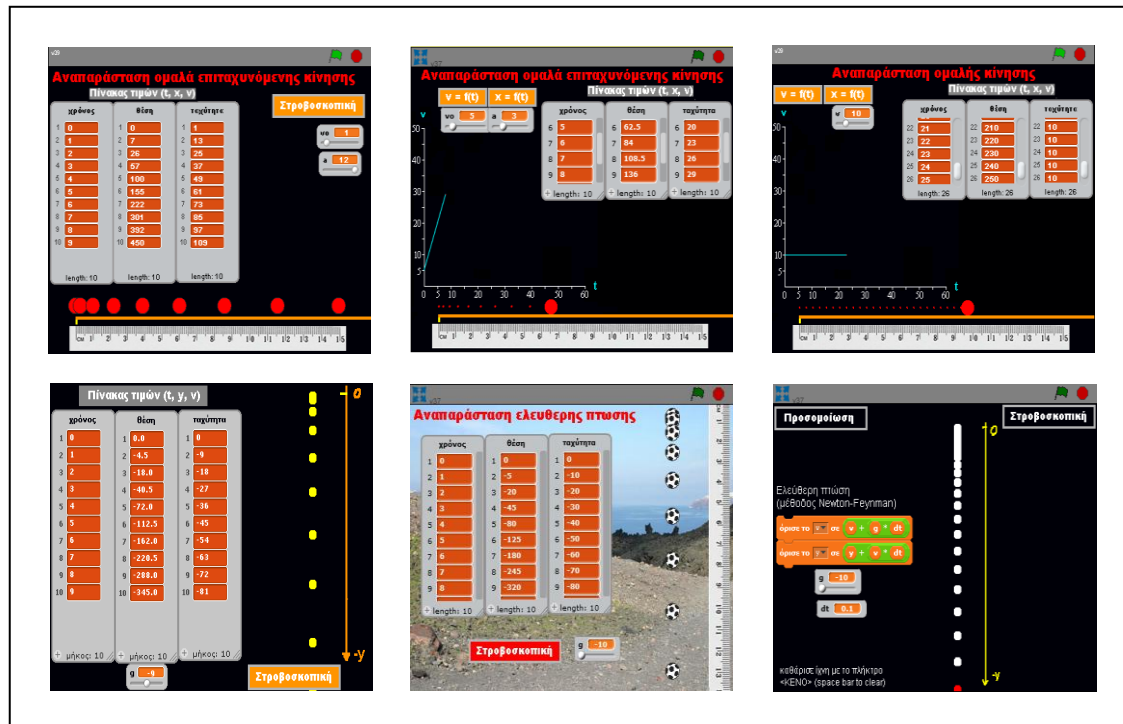
Οι μαθητές, πειραματιζόμενοι με τις προσομοιώσεις λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση από το περιβάλλον, διαπραγματεύονται, συνεργάζονται, ασκούν κριτική ο ένας προς τον άλλο, αυτοαξιολογούνται, εναλλάσσουν ρόλους πρώτου-δεύτερου, προτείνουν λύσεις αντιμετώπισης νέων καταστάσεων, δοκιμάζουν νέες εντολές και διαφορετικές τιμές των μεταβλητών. Κάνουν υποθέσεις, ελέγχουν την ορθότητα των υποθέσεών τους, επιβεβαιώνουν ή αναθεωρούν τις εικασίες τους, αυτοδιορθώνονται. Ο βαθμός ενεργοποίησής τους μεταβάλλεται συχνά κατά τη διάρκεια της διδακτικής ώρας και το κέντρο ενδιαφέροντός τους μετατοπίζεται εύκολα χαράσσοντας προσωπικά μονοπάτια διερεύνησης. Ματαιώνονται και συχνά απογοητεύονται και παραιτούνται όταν δεν επιτυγχάνουν αμέσως τον επιθυμητό στόχο. Η εκπαιδευτικός ενθαρρύνει και προτρέπει προς νέες αναζητήσεις και διαφορετικές κατευθύνσεις.

Η διαδικασία είχε θετική επίδραση στους μαθητές, διαφοροποιούμενη ως προς την έκταση και το βάθος κατανόησης. Οι μαθητές όλων των επιπέδων επέδειξαν οφέλη καλλιεργώντας:

- έννοιες Φυσικών Επιστημών (κίνηση, ταχύτητα, επιτάχυνση, μετατόπιση, χρόνος)
- υπολογιστικές έννοιες (δομή ακολουθίας, δομή επανάληψης, δομή επιλογής, μεταβλητές, δομές δεδομένων, μετάδοση μηνύματος, συγχρονισμός)
- δεξιότητες επίλυσης προβλήματος (εντοπισμός προβλήματος, σύνθεση & ανάλυση προβλήματος, αποσφαλμάτωση)
- δεξιότητες σχεδιασμού (οραματισμός, δημιουργία, αξιολόγηση, τροποποίηση-ανασύνθεση [remixing])
- κοινωνικο-συναισθηματικές δεξιότητες (συνεργασία, ανταλλαγή, επιμονή, αναστοχασμός)

Η σειρά δραστηριοτήτων, χαρακτηριζόμενη από μια βαθμιαία αύξηση στην πολυπλοκότητα και το βαθμό δυσκολίας, λειτούργησε θετικά ως σκαλωσιά κατά την ανάπτυξη προσομοιώσεων και παράλληλα κατά τη σταδιακή εξοικείωση με το περιβάλλον προγραμματισμού. Οι δεξιότητες προγραμματισμού παγιώνονται όταν μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευόμενοι τις έννοιες που έχουν αναπτύξει στις προηγούμενες δραστηριότητες προγραμματισμού προκειμένου να αντιμετωπίσουν προβλήματα αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Τα σχόλια στον κώδικα ή/και στις σημειώσεις της προσομοίωσης στο περιβάλλον του Scratch αποδεικνύονται πολύ χρήσιμα για την περαιτέρω κατανόηση καθώς και την τεκμηρίωση των διαδικασιών (Glezou, 2012).

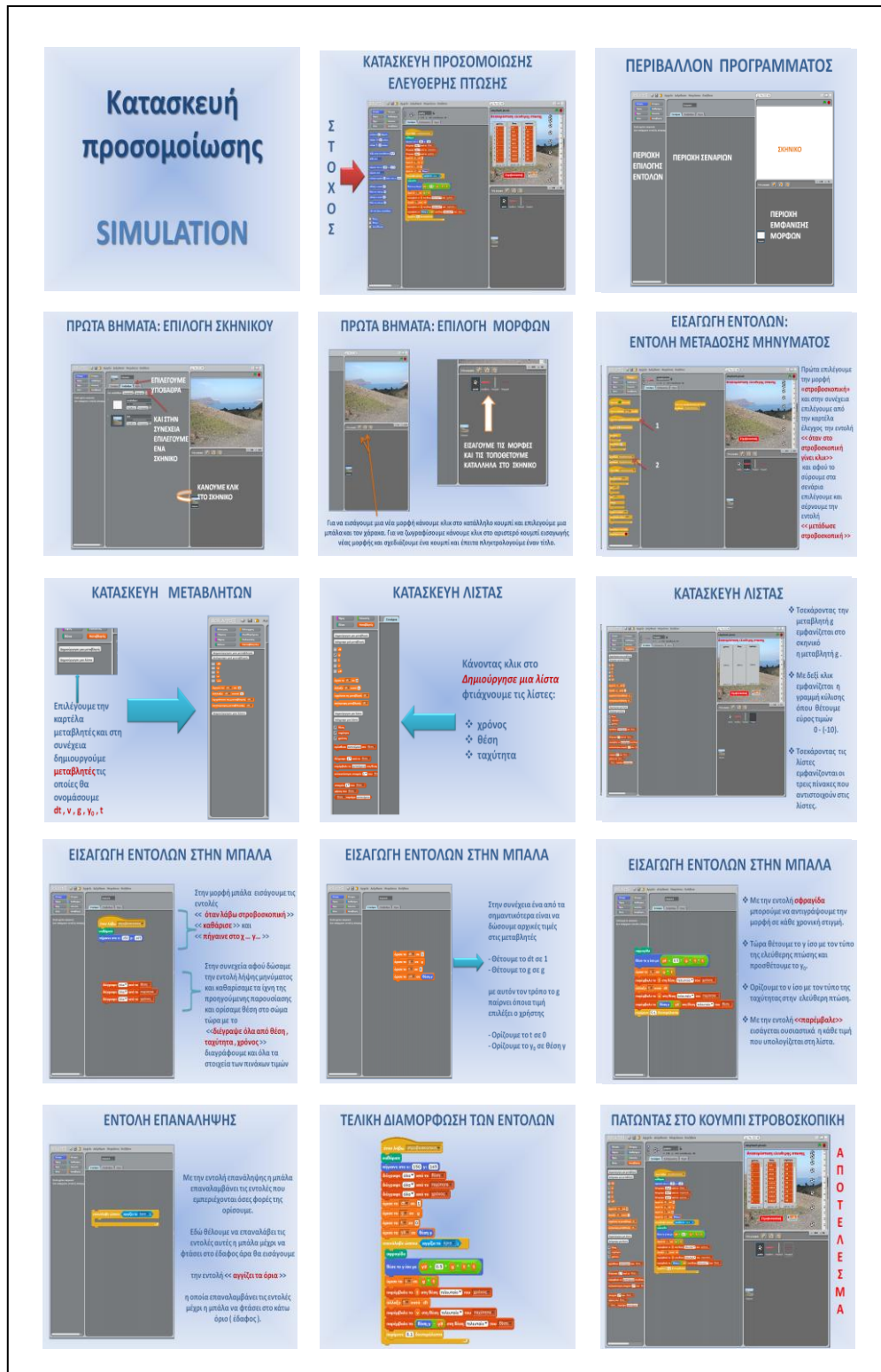
Στη φάση της κατασκευής ποικιλίας προσομοιώσεων οι μαθητές ανέδειξαν την επινοητικότητα τους, κατασκεύασαν εναλλακτικά προσωπικά μοντέλα με διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας και παραλλαγές μεθόδων. Ενδεικτικοί μικρόκοσμοι - προσομοιώσεις παρουσιάζονται στο Σχήμα 1. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αναζητήσουν περαιτέρω πληροφορίες καθώς και να κατεβάσουν τα αρχεία προσομοιώσεων από τους ακόλουθους ενδεικτικούς συνδέσμους: <http://scratch.mit.edu/projects/kglezou/2144124>, <http://scratch.mit.edu/projects/kglezou/2144134>, <http://scratch.mit.edu/projects/kglezou/2131574>, <http://scratch.mit.edu/projects/FanisK/2181029>.



Σχήμα 1: Ενδεικτικοί μικρόκοσμοι – προσομοιώσεις μαθητών.

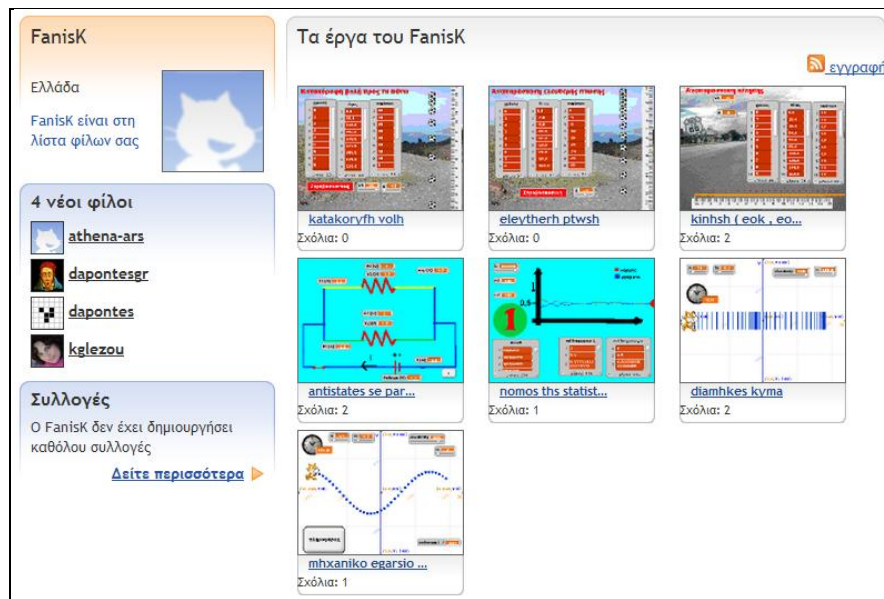
Οι προκατασκευασμένες προσομοιώσεις λειτούργησαν ως «αντικείμενο για να σκεφτείς με» (objects to think with), καλή αφετηρία και στερεό έδαφος για εξερεύνηση-τροποποίηση-επέκταση και οδήγησε σε διάφορες εναλλακτικές κατασκευές προσωπικού και συλλογικού νοήματος. Η χρήση και η επαναχρησιμοποίηση προσομοιώσεων με σκοπό τη δημιουργία νέων κατασκευών βαθμιαία αυξανόμενου βαθμού πολυπλοκότητας ενθαρρύνει τη συστηματοποίηση της γνώσης και γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ του απλού και του πιο σύνθετου (Glezou & Grigoriadou, 2010). Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την αξιοποίηση προκατασκευασμένων προσομοιώσεων προκειμένου να λειτουργήσουν ως πρόκληση και όχι ως εμπόδιο τον ελεύθερο ανοιχτό πειραματισμό. Η αξιοποίηση προκατασκευασμένων μοντέλων και η δημιουργία νέων μοντέλων προοδευτικά αυξανόμενης πολυπλοκότητας ενθαρρύνει τη συστηματοποίηση της γνώσης, γεφυρώνει το πέρασμα από τα απλά στα δύσκολα, προάγει την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών Φυσικής και Πληροφορικής και την ανάδυση νέων προοπτικών και πρακτικών. Η προσπάθεια ανεύρεσης της σωστής ισορροπίας μεταξύ λειτουργικότητας (τα εργαλεία επιτελούν χρήσιμο έργο) και διαφάνειας (τα εργαλεία αποτελούν αντικείμενα επιθεώρησης, χειρισμού και τροποποίησης) παραμένει προτεραιότητα-κλειδί για μελλοντικές εφαρμογές (Γλέζου, 2010).

Το Scratch αναδεικνύεται ως ένα δυνατό προγραμματιστικό πολυμεσικό περιβάλλον, το οποίο επιτρέπει την ανάπτυξη, επαναχρησιμοποίηση και προσαρμογή μοντέλων, προσομοιώσεων και πολυμεσικών εφαρμογών. Προωθεί την ενεργή εμπλοκή και τη δημιουργική έκφραση μαθητών κι εκπαιδευτικών, προσφέροντας παιδαγωγική ελευθερία στον/ην εκπαιδευτικό. Η προστιθέμενη αξία αξιοποίησης ενός εκπαιδευτικού λογισμικού αναδεικνύεται κατά την υποστήριξη της διαδικασίας οικοδόμησης της γνώσης διαμορφώνοντας πλούσια σε ευκαιρίες πειραματισμού περιβάλλοντα μάθησης και συνεργασίας. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται ενδεικτικά, μια σειρά διαφανειών παρουσίασης οδηγίων κατασκευής προσομοίωσης από μαθητές για μαθητές. Οι οδηγίες συγκεκριμένα, παρουσιάζουν μια ακολουθία βημάτων με σκοπό την κατασκευή μιας προσομοίωσης ελεύθερης πτώσης.



Σχήμα 2: Σειρά διαφανειών παρουσίασης οδηγιών από μαθητές για μαθητές. Οι οδηγίες παρουσιάζουν μια ακολουθία βημάτων για την κατασκευή μιας προσομοίωσης ελεύθερης πτώσης.

Η ανοικτή διαδικτυακή κοινότητα που έχει δημιουργηθεί γύρω από το περιβάλλον Scratch (<http://scratch.mit.edu/>) καθώς και η κοινότητα εκπαιδευτικών ScratchEd (<http://scratched.media.mit.edu/>) δίνει την ευκαιρία στα μέλη να ανταλλάξουν ιδέες και πρότζεκτς (projects: μικρές εφαρμογές στο Scratch) με άλλους δημιουργούς και να εμπλακούν ενεργά σε μια κοινότητα πρακτικής και μάθησης. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται ενδεικτικά μια προσωπική σελίδα μαθητή στη διαδικτυακή κοινότητα του Scratch (<http://scratch.mit.edu/users/FanisK>).



Σχήμα 3: Ενδεικτική προσωπική σελίδα μαθητή στη διαδικτυακή κοινότητα του περιβάλλοντος Scratch (<http://scratch.mit.edu/users/FanisK>).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων της έρευνας και εκτενέστερη μελέτη απαιτείται για τη γενίκευση συμπερασμάτων σχετικά με τα χαρακτηριστικά μιας αποτελεσματικής εναλλακτικής διδακτικής πρότασης, σε επίπεδο σχεδίασης, ανάπτυξης και εφαρμογής, που να ανταποκρίνεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών της ίδιας αλλά και διαφορετικών τάξεων.

Η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση και το διδακτικό-μαθησιακό υλικό πρόκειται να αξιολογηθούν περαιτέρω, σχετικά με την επίδρασή τους στην παροχή υποστηρικτικού πλαισίου σκαλωσιάς κατά την ανάπτυξη προσομοιώσεων και παράλληλα κατά τη σταδιακή εξοικείωση με το περιβάλλον προγραμματισμού Scratch.

Ανοικτό ζήτημα παραμένει η εξεύρεση του βέλτιστου βαθμού παρεχόμενης υποστήριξης και καθοδήγησης από τον διδάσκοντα προς τους μαθητές προκειμένου να διευκολύνεται η ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος και ταυτόχρονα η προαγωγή του ελεύθερου πειραματισμού και της αυτενέργειας των μαθητών.

Η ανάδειξη των χαρακτηριστικών στοιχείων των διαφορετικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων που υποστηρίζουν ή δυσχεραίνουν τη μάθηση αποτελεί ζήτημα-κλειδί για την αναβάθμιση της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας. Είναι σημαντικό να διερευνηθούν περαιτέρω οι διαφορετικοί τρόποι χρήσης των προγραμματιστικών περιβαλλόντων από διδάσκοντες και μαθητές στην κατεύθυνση υποστήριξης πρακτικών μοντελοποίησης στη διδακτική πράξη.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες οφείλουμε στους/τις μαθητές/ήτριες της Α΄ Τάξης του Α΄ Αρσάκειου Γενικού Λυκείου Ψυχικού και την συνάδελφο-καθηγήτρια Φυσικής κ. Γεωργία-Αθανασία Δρύλλια που συμμετείχαν ενεργά στη διερεύνηση και κατασκευή προσομοιώσεων στο πλαίσιο του μαθήματος «Ερευνητική Εργασία». Ευχαριστούμε θερμά την καθηγήτρια του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Μαρία Γρηγοριάδου, καθώς και τους συναδέλφους κ. Νίκο Δαπόντε και κ. Γιώργο Μπριμπίλη για τις εποικοδομητικές συζητήσεις και τη συμβολή τους στην παρούσα μελέτη.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βοσνιάδου, Σ. (2005). Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Αθήνα, Εκδόσεις Gutenberg.

Γλέζου, Αικ. (2010). Ανάπτυξη Μαθησιακών Περιβαλλόντων με Αξιοποίηση της Γλώσσας Προγραμματισμού Logo στη Διδακτική Πράξη. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Γλέζου, Κ. (2008). Κατασκευάζοντας Αλληλεπιδραστικούς Μικρόκοσμους στο Λύκειο. Στο Χ. Αγγελή, Ν. Βαλανίδης (επιμ.), *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή: Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, Τόμος Β', 173-180. Κύπρος.

Γλέζου, Κ., & Γρηγοριάδου, Μ. (2007). Ανάπτυξη προσομοίωσης της ελεύθερης πτώσης: μία εναλλακτική διαθεματική πρόταση διδασκαλίας, Στο Ν. Δαπόντες & Ν. Τζιμόπουλος (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη»*, Τόμος Β', 210-219. Σύρος.

Δαπόντες Ν. (2002). Το διερευνητικό λογισμικό φυσικής: η δομή και το περιεχόμενο των μαθητικών δραστηριοτήτων. Στο Χ. Κυνηγός & Ε. Δημαράκη (επιμ.) *Νοητικά Εργαλεία και Πληροφοριακά Μέσα*, Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.

Κόμης, Β., Δημητρακοπούλου, Α., Πολίτης, Π. (1999). Δραστηριότητες στο χώρο των αναλογιών με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. *Πρακτικά Δημερίδας με θέμα "Πληροφορική στην Εκπαίδευση"*, Σύλλογος Καθηγητών Πληροφορικής Ηπείρου, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μάιος 1999, 125-138. Ιωάννινα.

Κυνηγός, Χ., Γιαννούτσου, Ν., & Φράγκου, Σ. (2006). Μετατρέποντας «μισοψημένους μικρόκοσμους» σε ηλεκτρονικά παιχνίδια: μια πρόταση για τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Στο Δ. Ψύλλος & Β. Δαγδιλέλης (επιμ.), *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση*, 440-448. Θεσσαλονίκη.

Ορφανός, Σ. & Δημητρακοπούλου, Α., (2003). Συμβολή της προσομοίωσης του λογισμικού Δημιουργός Μοντέλων στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών της Κινηματικής, Προοπτικές, Εξελίξεις και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, 8ο Κοινό Συνέδριο Ένωσης Ελλήνων Φυσικών & Ένωσης Κυπρίων Φυσικών, Καλαμάτα.

Πολίτης, Π., Κόμης Β. & Δημητρακοπούλου Α. (1999). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης, *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Μαθηματικών και Πληροφορικής στην Εκπαίδευση»*, Ρέθυμνο.

Ραβάνης, Κ. (2004). Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών επιστημών, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Σταυρίδου, Ε. (1995). Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης, Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.

Φεσάκης, Γ., Καράκιζα, Τσ., Γουλή, Ε., Γλέζου Κ., Γόγουλου, Α. (2010). Εφαρμογές του SCRATCH στη διδασκαλία της Πληροφορικής. Στο Γρηγοριάδου, Μ. (Επιμ.) *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής*, 466-468, Αθήνα.

De Jong, T. & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific Discovery Learning With computer Simulations of Conceptual Domains, *Review of Educational Research*, 68(2), pp.179-201.

Dimitracopoulou, A. & Komis, V. (2005). Design principles for the support of modelling and collaboration in a technology-based learning environment. *Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning*, Vol. 15, Nos. 1/2, 30-55.

Forbus, K., Carney, K., Harris, R. & Sherin, B., (2006). A qualitative modeling environment for middle-school students: A progress report. Retrieved September 20, 2007 from http://www.qrg.northwestern.edu/projects/NSF/Vmodel/papers/Vmodel_QR01_Final.PDF

Glezou, K. (2012). Science simulation development with Scratch. In Kynigos, C., Clayson, J. & Yiannoutsou N. (eds), *Proceedings of International Conference 'Constructionism 2012 - Theory, Practice and Impact'*, Athens, Greece.

Glezou, K. & Grigoriadou M., (2010). Engaging Students of Senior High School in Simulation Development, *INFORMATICS IN EDUCATION*, 2010, Vol. 9, No. 1, pp. 37-62.

Jimoyiannis, A., Komis, V., (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion, *Computers & Education*, 36, 183-204.

Jimoyiannis, A., Mikropoulos, T. A., and Ravanis, K. (2000). Students' performance towards computer simulations on Kinematics, *THEMES in Education*, 1(4), 357-372.

Louca, L., Druin, A., Hammer, D. & Dreher, D. (2003). Students' collaborative use of computer-based programming tools in science: A Descriptive Study. In B. Wasson, St. Ludvigsen, & Ul. Hoppe (Eds.). *Designing for change in Networked Learning Environments: Proceedings of the CSCL 2003* (pp. 109-118). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Louca, L., & Constantinou, C. (2002). The use of computer-based microworlds for developing modeling skills in physical science: An example from light. *International Journal of Science Education*. Retrieved October 20, 2007 from <http://www.stagecast.com/pdf/research/Modeling.pdf>

Ogborn, J. (1997). *WordMaker: Design Principles for an Object Oriented Modelling System accessible to Young Pupils*. In *Proceedings 7th European Conference for Research on Learning and Instruction, EARLI, August 26-30, 1997, Athens, Greece*.

Ogborn J. (1990). *A future for modelling in science education*, *Journal of Computer Assisted Education*, Oxford, Blackwell Scientific.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., Kafai, Y., (2009). *Scratch: Programming for All*, November 2009, *Communications of the ACM*, 52(11), pp. 60-67.

Schwartz, J. L. (2007). Models, simulations, and exploratory environments: A tentative taxonomy. In *Foundations for the Future in Mathematics Education*, Lesh, R. A., Hamilton, E. & Kaput, J. J. (Eds.), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 161-172.

Simpson, G., Hoyles, C., & Noss, R. (2005). Designing a programming-based approach for modelling scientific phenomena. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(2), 43-158.

Teodoro, V., D. (2002). *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modeling*. PhD Thesis. Retrieved March 07, 2009 from <http://hdl.handle.net/10362/407>

Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. and Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11(4), 381-419.

Wilensky, U., & Reisman, K. (2006). Thinking like a wolf, a sheep or a firefly: Learning biology through constructing and testing computational theories - An embodied modeling approach. *Cognition&Instruction*, 24(2), 171-209.