

## Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

6ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Κατασκευάζοντας Αλληλεπιδραστικούς  
Μικρόκοσμους στο Λύκειο

Κατερίνα Γλέζου

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Γλέζου Κ. (2026). Κατασκευάζοντας Αλληλεπιδραστικούς Μικρόκοσμους στο Λύκειο . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, 1*, 173-180. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9622>

## Κατασκευάζοντας Αλληλεπιδραστικούς Μικρόκοσμους στο Λύκειο

**Κατερίνα Γλέζου**

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ  
kglezou@di.uoa.gr

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Η προσέγγισή μας εστιάζει στην κατασκευή μοντέλων, προσομοιώσεων και πολυμεσικών εφαρμογών από μαθητές Λυκείου στην τάξη αξιοποιώντας το πολυμεσικό προγραμματιστικό περιβάλλον MicroWorlds Pro. Στην παρούσα εργασία συζητούνται πτυχές της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας και περιγράφονται χαρακτηριστικοί μικρόκοσμοι μαθητών όπως αναδόθηκαν στο πλαίσιο της πιλοτικής εφαρμογής του διαθεματικού εκπαιδευτικού σεναρίου «Ανάπτυξη προσομοίωσης της ελεύθερης πτώσης».*

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Logo, MicroWorlds Pro, Μικρόκοσμος, Προσομοίωση

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 (Louca & Constantinou 2007). 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 πρόταση αξιοποίησης των «μισοψημμένων μικρόκοσμων» (Κυνηγός κ.ά. 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).

Στην εργασία αυτή συζητούνται πτυχές της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας και περιγράφονται χαρακτηριστικοί μικρόκοσμοι μαθητών όπως αναδόθηκαν κατά την κατασκευή μοντέλων, προσομοιώσεων, πολυμεσικών εφαρμογών και ιστοσελίδων από μαθητές Λυκείου αξιοποιώντας το πολυμεσικό προγραμματιστικό περιβάλλον MicroWorlds Pro στο πλαίσιο εφαρμογής διαθεματικού εκπαιδευτικού σεναρίου.

### ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης έρευνας, η οποία επι-

χειρεί να διερευνήσει την προστιθέμενη αξία εφαρμογής ενός διαθεματικού εκπαιδευτικού σεναρίου με αξιοποίηση Logo-like περιβάλλοντος. Σκοπό της έρευνας αποτελεί η ανάδειξη των βασικών παραμέτρων μιας αποτελεσματικής εναλλακτικής διδακτικής πρότασης, σε επίπεδο σχεδίασης, ανάπτυξης και εφαρμογής. Ως ερευνητική υπόθεση δεχτήκαμε ότι το MicroWorlds Pro αποτελεί ένα κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη μοντέλων, προσομοιώσεων, πολυμεσικών εφαρμογών και ιστοσελίδων ως συνθετικών εργασιών στο πλαίσιο εφαρμογής ενός διαθεματικού εκπαιδευτικού σεναρίου που προωθεί τη διερευνητική και συνεργατική μάθηση. Βασικά ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης αποτελούν: α) πώς διαμορφώνεται το μαθησιακό περιβάλλον κατά τη διαδικασία ανάπτυξης προσομοιώσεων; - η αξιοποίηση προκατασκευασμένου μικρόκοσμου ευνοεί τη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης; και β) ποια τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εξελιγμένης έκδοσης του περιβάλλοντος MicroWorlds Pro που συμβάλουν ή δυσχεραίνουν τη διαμόρφωση αποτελεσματικού περιβάλλοντος μάθησης; Πρόκειται για μία μελέτη περίπτωσης που χρησιμοποιεί εθνογραφικά στοιχεία και στοιχεία έρευνας δράσης αφού η ερευνήτρια ήταν και εκπαιδευτικός της τάξης. Στο πλαίσιο της μελέτης αυτής αναπτύξαμε το διαθεματικό εκπαιδευτικό σενάριο «Ανάπτυξη προσομοίωσης της ελεύθερης πτώσης». Το διαθεματικό σενάριο «Ανάπτυξη προσομοίωσης της ελεύθερης πτώσης» διαμορφώνει ένα ανοικτό και ευέλικτο πλαίσιο δραστηριοτήτων, όπου διασυνδέονται στοιχεία της πληροφορικής, των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών (Γλέζου & Γρηγοριάδου, 2007). Η δημιουργία αυτού του σεναρίου βασίστηκε στις ιστοσελίδες του Νίκου Δαπόντε «Πώς να προγραμματίσω μια ελεύθερη πτώση με αφετηρία το νόμο του Γαλιλαίου;» και «Πώς να προγραμματίσω μια στροβοσκοπική αναπαράσταση της ελεύθερης πτώσης;» όπου διαπραγματεύεται το θέμα.

Οι δραστηριότητες του σεναρίου εξελίσσονται σε πέντε διακριτές φάσεις: Α' Φάση: Κατασκευή προσομοίωσης της ελεύθερης πτώσης (Σχ. 1α), Β' Φάση: Κατασκευή στροβοσκοπικής αναπαράστασης της ελεύθερης πτώσης (Σχ. 1β), Γ' Φάση: Κατασκευή στροβοσκοπικής αναπαράστασης της ελεύθερης πτώσης και αξιοποίηση πίνακα τιμών χρόνου, θέσης (Σχ. 1γ) και ταχύτητας (Σχ. 1δ), Δ' Φάση: Κατασκευή ποικιλίας προσομοιώσεων της ελεύθερης πτώσης (Σχ. 2α & 2β), Ε' Φάση: Δημιουργία πολυμεσικής εφαρμογής και ιστοσελίδων - Παρουσίαση συνθετικής εργασίας. Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του σεναρίου από πλευράς πληροφορικής επιχειρείται η καλλιέργεια δεξιοτήτων σχεδίασης, ανάπτυξης, διερεύνησης και διαχείρισης μοντέλων/προσομοιώσεων, πολυμεσικών εφαρμογών και ιστοσελίδων παράλληλα με την εξοικείωση με βασικές έννοιες προγραμματισμού, την κατανόηση και τη συγγραφή προγραμμάτων Logo. Η επιλογή των 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. Κάθε νέα δραστηριότητα βασίζεται στις δεξιότητες που αποκτήθηκαν στην προηγούμενη δρα-

στηριότητα λειτουργώντας ως σκαλωσιά για την ανάπτυξη συλλογιστικών διαδικασιών και ως συστηματικός τρόπος απόκτησης ευχέρειας με τα εργαλεία του περιβάλλοντος.



**Σχήμα 1:** Στιγμιότυπα του μικρόκοσμου: α. Α΄ Φάση, β. Β΄ Φάση, γ & δ. Γ΄ Φάση

Ως εργαλεία έρευνας χρησιμοποιήθηκαν: α) μικρόκοσμοι στο MicroWorlds Pro, 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 MicroWorlds Pro (έκδοση 1.1).

Η συλλογή δεδομένων αφορούσε στις σημειώσεις-ημερολόγιο της ερευνητριας για κάθε διδακτική ώρα, τις σημειώσεις-προσχέδια των μαθητών, τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας, τους μικρόκοσμούς 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.

Το σενάριο εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο του μαθήματος επιλογής «Πολυμέσα-Δίκτυα» σε δύο τμήματα της Γ΄ Τάξης του Α΄ και Β΄ Αρσάκειου Γενικού Λυκείου Ψυχικού κατά τη διάρκεια του α΄ τετράμηνου του σχολικού έτους 2006-2007 ακολουθώντας διαφορετική διδακτική προσέγγιση ανά τμήμα. Στο 1<sup>ο</sup> τμήμα οι μαθητές αρχικά, κλήθηκαν να δημιουργήσουν σταδιακά ένα μικρόκοσμο, όπως περιγράφεται στα κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα εργασίας και αφορά στις Α΄, Β΄ και Γ΄ φάσεις του σεναρίου. Στο 2<sup>ο</sup> τμήμα δόθηκε έτοιμος ο προκατασκευασμένος μικρόκοσμος (Σχ. 1), όπως αναπτύχθηκε με την περάτωση των τριών πρώτων φάσεων του σεναρίου, προς πειραματισμό και διερεύνηση. Στη συνέχεια, οι μαθητές και στα δύο τμήματα κλήθηκαν να τροποποιήσουν τον προκατασκευασμένο μικρόκοσμο και να προχωρήσουν προοδευτικά στις Δ΄ και Ε΄ φάσεις του σεναρίου.

Οι μαθητές είχαν έρθει σε επαφή και είχαν αποκτήσει μια πρώτη εξοικείωση με το περιβάλλον MicroWorlds Pro και τις βασικές εντολές της γλώσσας Logo στο πλαίσιο προηγούμενων μαθημάτων μίας διδακτικής ώρας ανά τμήμα, που αφορούσαν στη γνωριμία με τα βασικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, στη δημιουργία μικρόκοσμων με εισαγωγή κινουμένων σχεδίων και πολυμεσικών στοιχείων (π.χ. ήχος, βίντεο). Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 2 ατόμων (ανά η/υ) δικής τους επιλογής. Σε μία ομάδα συμμετείχαν 3 άτομα λόγω του μονού αριθμού των μαθητών του τμήματος. Στην παρούσα έρευνα,

διάρκειας 6 διδακτικών ωρών ανά τμήμα, συμμετείχαν δύο τμήματα: 1<sup>ο</sup> τμήμα με 18 μαθητές (8 κορίτσια και 10 αγόρια: 9 ομάδες) και 2<sup>ο</sup> τμήμα με 23 μαθητές (14 κορίτσια και 9 αγόρια: 11 ομάδες).

### 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 και στα δύο τμήματα. Οι μαθητές συχνά δήλωναν ενθουσιασμένοι από την επαφή τους με το «καθαρό» προγραμματιστικό κομμάτι και χαρακτήριζαν «ζωντανή» την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον.

Στους Πίνακες 1 και 2 παρουσιάζεται η συνοπτική εικόνα των δύο τμημάτων αναφορικά με την παρατηρούμενη ανάπτυξη δεξιοτήτων ανά ομάδα. Οι μαθητές του 2ου τμήματος (Πίν. 2) εμφανίζουν καλύτερη εικόνα ως προς το τελικό αποτέλεσμα συγκριτικά με τους μαθητές του 1ου τμήματος (Πίν. 1) και σ' αυτό θεωρείται ότι συνέβαλε η αξιοποίηση του προκατασκευασμένου μικρόκοσμου.

*Πίνακας 1: Συνοπτική εικόνα 1ου Τμήματος - Ανάπτυξη δεξιοτήτων ανά ομάδα*

Δεξιότητες	α/α Ομάδας								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Τροποποίηση κώδικα	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Χρήση νέων εντολών		√		√				√	√
Ανάπτυξη νέων διαδικασιών	√	√	√	√	√	√		√	√
Ανάπτυξη νέων προσομοιώσεων		√		√	√			√	√
Εισαγωγή νέων αντικειμένων		√			√			√	√
Ανάπτυξη πολυμεσικής εφαρμογής		√		√		√		√	√
Δημιουργία ιστοσελίδων		√		√		√		√	√

*Πίνακας 2: Συνοπτική εικόνα 2ου Τμήματος - Ανάπτυξη δεξιοτήτων ανά ομάδα*

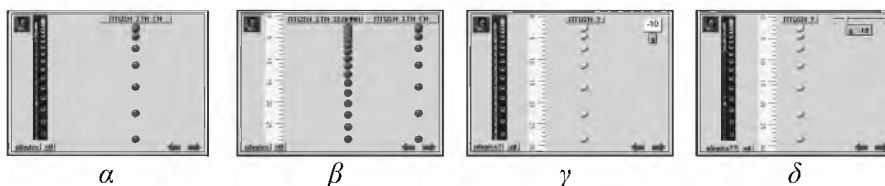
Δεξιότητες	α/α Ομάδας										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Τροποποίηση κώδικα	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Χρήση νέων εντολών	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Ανάπτυξη νέων διαδικασιών	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Ανάπτυξη νέων προσομοιώσεων	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Εισαγωγή νέων αντικειμένων		√	√		√	√		√	√	√	√
Ανάπτυξη πολυμεσικής εφαρμογής		√	√	√	√	√		√	√	√	√
Δημιουργία ιστοσελίδων		√	√	√		√		√	√	√	√

Η διαδικασία της πληκτρολόγησης των διαδικασιών αποδείχτηκε ιδιαίτερα επίπονη για τους μαθητές. Η έλλειψη εξοικείωσης με τους συντακτικούς κανόνες της Logo οδήγησε συχνά σε δυσφορία και τάση παραίτησης. Κατά συρροή σημειώθηκαν τα παρακάτω λάθη: δεν άφηναν κενό μεταξύ των τελεστών, στο όνομα διαδικασίας άφηναν κενό μεταξύ δύο λέξεων (π.χ. κίνηση 1 αντί κίνηση 1), χρησιμοποιούσαν το 0 (όμικρον) αντί του 0 (μηδέν), παρέλειπαν τις στιγμές

(άνω και κάτω τελεία) που προηγούνται της μεταβλητής, παρέλειπαν τη λέξη τέλος στον ορισμό της διαδικασίας. Τα μηνύματα λάθους του περιβάλλοντος δεν είναι ιδιαίτερα διαφωτιστικά για μη έμπειρο χρήστη και απαιτούν επεξήγηση. Στη φάση κατασκευής ποικιλίας προσομοιώσεων της ελεύθερης πτώσης και ακολούθως πολυμεσικών εφαρμογών και ιστοσελίδων, οι μαθητές ανέδειξαν την επινοητικότητα τους, κατασκεύασαν εναλλακτικά προσωπικά μοντέλα με διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας και παραλλαγές μεθόδων. Μετά από προτροπή της διδάσκουσας κάποιες ομάδες αναζήτησαν υλικό στο διαδίκτυο και σε διαθέσιμα λογισμικά με σκοπό τον εμπλουτισμό των σελίδων τους με εικόνες, βίντεο κλπ. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σχετικές εικόνες (πχ εικόνα Γαλιλαίου, στροβοσκοπικής αναπαράστασης, χάρακες) και σχετικά βίντεο εντόπισαν στο φάκελο εγκατάστασης του εκπαιδευτικού λογισμικού Modellus. Δόθηκε η αφορμή να γίνει συζήτηση περί των διαφορετικών χαρακτηριστικών, δυνατοτήτων και περιορισμών των δύο ανοικτών διερευνητικών εκπαιδευτικών λογισμικών MicroWorlds και Modellus.

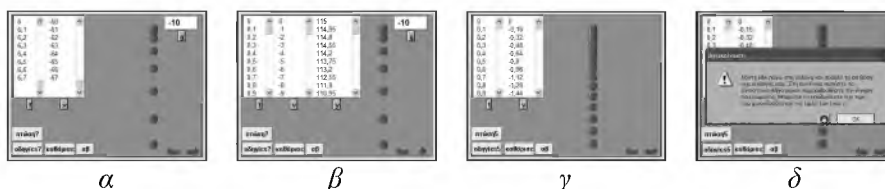
Παρακάτω περιγράφονται ενδεικτικοί μικρόκοσμοι μαθητών προκειμένου να φωτίσουμε τον τρόπο εργασίας των μαθητών. Όπως φαίνεται στο Σχ. 2α οι μαθητές επενέβησαν στον προκατασκευασμένο μικρόκοσμο ποικιλοτρόπως: α) Προσθέσανε νέα σελίδα στο μικρόκοσμο επιλέγοντας την επιλογή Αναπαραγωγή σελίδας από το μενού Σελίδες του περιβάλλοντος. Η επιλογή Αναπαραγωγή σελίδας και η επιλογή Νέα σελίδα εμφανίζονται ιδιαίτερα λειτουργικές καθώς δίνεται η δυνατότητα σε κάθε νέα φάση εξέλιξης της δουλειάς οι μαθητές να αναπαράγουν τη σελίδα ή/και να εισάγουν νέα σελίδα στο μικρόκοσμο τους προκειμένου να μπορούν να ανατρέξουν στα στάδια της δουλειάς τους, να ωθούνται στον αναστοχασμό καθώς και να επαναχρησιμοποιήσουν τη διάταξη των αντικειμένων προηγούμενης σελίδας. β) Εισήγαγαν ενδεικτικές εικόνες όπως την εικόνα Γαλιλαίου και την εικόνα της στροβοσκοπικής αναπαράστασης. γ) Αντέγραψαν (με αντιγραφή και επικόλληση) τον σχετικό κώδικα της διαδικασίας πτώση2 από και προς την Καρτέλα Διαδικασίες, προκειμένου να τον αναδιαμορφώσουν κατάλληλα και να ορίσουν τελικά μία νέα διαδικασία με το όνομα ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΓΗ (βλ Πίνακα 1). Η αλλαγή του ονόματος της διαδικασίας φέρει το στοιχείο της οικειοποίησης και έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς η διαδικασία αποκτά προσωπικό νόημα κι ενδιαφέρον. δ) Δημιούργησαν ένα νέο κουμπί δίνοντας του ως οδηγία το όνομα της διαδικασίας ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΓΗ. Όπως φαίνεται στο Σχ. 2β οι μαθητές: α) αναπαρήγαγαν την προηγούμενη σελίδα, β) εισήγαγαν ακόμα μία νέα χελώνα στην οποία έδωσαν το σχήμα του χάρακα, τον οποίο μπορούσαν να μετακινούν ώστε να μετρούν και να συγκρίνουν τα διαστήματα μεταξύ διαδοχικών θέσεων/στιγμιότυπων του αντικειμένου που εκτελεί ελεύθερη πτώση, γ) αντίγραψαν τον κώδικα της διαδικασίας ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΓΗ, τον τροποποίησαν κατάλληλα και διαμόρφωσαν διαδοχικά τις διαδικασίες αρχικές ΣΕΛΗΝΗ, κίνηση ΣΕΛΗΝΗ και ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΣΕΛΗΝΗ, δ) πρόσθεσαν νέα χελώνα και κουμπί ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΣΕΛΗΝΗ. Στο Σχ. 2γ παρατηρούμε ότι οι μαθητές προχώρησαν σε γενίκευση των διαδικασιών αρχικοποίησης δίνοντας τη δυνατότητα εύκολης μεταβολής

της τιμής της επιτάχυνσης βαρύτητας χωρίς να απαιτείται επέμβαση στον κώδικα: α) αναπαρήγαγαν προηγούμενη σελίδα, β) αντέγραψαν τον κώδικα της διαδικασίας ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΓΗ, τον τροποποίησαν κατάλληλα και διαμόρφωσαν τις διαδικασίες αρχικές? (όπου αντικατέστησαν την εντολή κάνε "g -9.81 με την εντολή κάνε "g g), κίνηση? και ΠΤΩΣΗ\_?, γ) εισήγαγαν ένα πλαίσιο κειμένου με όνομα  $\omega$  προκειμένου να δίνουν τιμή στη μεταβλητή g, δ) μετονόμασαν το κουμπί ΠΤΩΣΗ\_ΣΤΗ\_ΓΗ σε ΠΤΩΣΗ\_?. Στο Σχ. 2δ οι μαθητές εισήγαγαν ένα μεταβολέα με όνομα g στη θέση του πλαισίου κειμένου g επιτρέποντας την ακόμα πιο εύκολη μεταβολή της τιμής της επιτάχυνσης βαρύτητας μέσω άμεσου χειρισμού του εργαλείου μεταβολέα.



Σχήμα 2: Στιγμιότυπα του μικρόκοσμου της ομάδας 3 του 2ου τμήματος

Στο Σχ. 3α διακρίνουμε α) τη χελώνα με σχήμα μήλο, β) δύο πλαίσια κειμένου t, v για την καταγραφή των τιμών χρόνου και ταχύτητας, γ) τρία κουμπιά με ονόματα πτώση?, οδηγίες? και καθάρισε αντίστοιχα που παραπέμπουν σε κατάλληλη τροποποίηση των διαδικασιών και δ) ένα πλαίσιο κειμένου με όνομα g για την είσοδο της τιμής της μεταβλητής g. Στο Σχ. 3β έχει προστεθεί ένα ακόμα πλαίσιο κειμένου γ για την καταγραφή των τιμών τεταγμένης  $\psi$  ενώ, διατηρείται η προηγούμενη διάταξη των αντικειμένων. Έντονο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση όπου ομάδα μαθητών έδωσε στον μικρόκοσμο τη διάσταση του παιχνιδιού (Σχ. 3γ, 3δ). Στο Σχ. 3γ επισημαίνουμε: α) την απουσία του πλαισίου κειμένου g, β) το κουμπί πτώση? αντιστοιχεί στη διαδικασία που φέρει ως υποδιαδικασίες τις διαδικασίες αρχικέςΣΕΛΗΝΗ και κίνηση5, γ) η επιλογή του κουμπιού οδηγίες? έχει ως συνέπεια την εμφάνιση της ανακοίνωσης που καλεί τον υποψήφιο χρήστη να υπολογίσει την τιμή του g συνδυάζοντας τις τιμές των t και v, όπως παρουσιάζεται στο Σχ. 3δ. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται ενδεικτικές διαδικασίες του περιγραφόμενου μικρόκοσμου.



Σχήμα 3: Στιγμιότυπα του μικρόκοσμου της ομάδας 8 του 2ου τμήματος

**Πίνακας 3:** Ενδεικτικές διαδικασίες του μικρόκοσμου της ομάδας 3 του 2ου τμήματος

Διαδικασίες (Σχήμα 2β)	Διαδικασίες (Σχήμα 2γ & 2δ)
για αρχικέςΣΕΛΗΝΗ	για αρχικές?
χ2, θέσеш 115	χ5, θέσеш 115
κάνε “ψ0 τελευταία θέση	κάνε “ψ0 τελευταία θέση
κάνε “g -1,6	κάνε “g g
κάνε “t 0	κάνε “t 0
κάνε “dt 0.01	κάνε “dt 0.01
κάνε “N 0	κάνε “N 0
τέλος	κάνε “P 0
	τέλος
για κίνησηΣΕΛΗΝΗ	για κίνηση?
αν συντηψ < -115[σταμάτησέμε]	αν συντηψ < -115[σταμάτησέμε]
θέσеш :ψ0 + 0.5 * :g * :t * :t	θέσеш :ψ0 + 0.5 * :g * :t * :t
αν :t = :N[σφραγίδα κάνε “N :N + 1]	αν :t = :N[σφραγίδα κάνε “N :N + 1]
κάνε “t :t + :dt	κάνε “t :t + :dt
κίνησηΣΕΛΗΝΗ	κίνηση2
τέλος	τέλος
για ΠΤΩΣΗ_ΣΤΗ_ΣΕΛΗΝΗ	για ΠΤΩΣΗ_?
αρχικέςΣΕΛΗΝΗ	αρχικές?
κίνησηΣΕΛΗΝΗ	κίνηση?
τέλος	τέλος

Στο Σχ. 4α εμφανίζεται σελίδα μικρόκοσμου (ομάδα 9 1ου τμήματος) με τρεις δεσμούς, ένα βίντεο και τρία κουμπιά κουίζ, κουίζ1, κουίζ2 που παραπέμπουν σε παιχνίδι ερωταπαντήσεων, με χρήση εντολών όπως: ερώτηση, ΑνΔιαφ, απάντηση.

Ιδιαίτερη σημασία έδωσαν οι μαθητές στην εμφάνιση της πρώτης σελίδας του μικρόκοσμου τους εμπλουτίζοντας την με ποικίλα πολυμεσικά στοιχεία όπως κείμενο, ήχο, εικόνα, βίντεο (Σχ. 4β, 4γ, 4δ). Στο Σχ. 4δ εμφανίζεται η ανακοίνωση της πρώτης σελίδας κατά το άνοιγμα του μικρόκοσμου με την εκτέλεση της διαδικασίας έναρξης, όπου χρησιμοποιούνται εντολές όπως περιβάλλονπαρουσίασης, συνεχώς [beethon].

**Σχήμα 4:** Στιγμιότυπα μικρόκοσμων από εργασίες μαθητών

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αξιοποίηση προκατασκευασμένων μικρόκοσμων με στόχο τη δημιουργία νέων μοντέλων προοδευτικά αυξανόμενης πολυπλοκότητας ενθαρρύνει τη συστηματικοποίηση της γνώσης και γεφυρώνει το πέρασμα από τα απλά στα δύσκολα. Η προσπάθεια ανεύρεσης της σωστής ισορροπίας μεταξύ λειτουργικό-

τητας (τα εργαλεία επιτελούν χρήσιμο έργο) και διαφάνειας (τα εργαλεία αποτελούν αντικείμενα επιθεώρησης, χειρισμού και τροποποίησης) παραμένει προτεραιότητα-κλειδί για μελλοντικές εφαρμογές. Η καταλληλότητα ενός εκπαιδευτικού λογισμικού αναδεικνύεται κατά την υποστήριξη της διαδικασίας οικοδόμησης της γνώσης διαμορφώνοντας πλούσια σε ευκαιρίες πειραματισμού περιβάλλοντα μάθησης.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Forbus, K., Carney, K., Harris, R. & Sherin, B. *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\\_OR01\\_Final.PDF](http://www.qrg.northwestern.edu/projects/NSF/Vmodel/papers/Vmodel_OR01_Final.PDF)
- Louca, L., & Constantinou, C. *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>
- 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.
- 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. (25/7/2005). *Πώς να προγραμματίσω μια στροβοσκοπική αναπαράσταση της ελεύθερης πτώσης;* Retrieved August 20, 2006 from [http://www.dapontes.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=164&Itemid=49](http://www.dapontes.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=164&Itemid=49)
- Κυνηγός, Χ., Παννούτσου, Ν., & Φράγκου Σ. (2006). Μετατρέποντας «μυσοφημένους 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.