

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ LOGO-LIKE ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΤΑΞΗ: ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ, ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Γλέζου Κατερίνα
*Υπ. Διδάκτορας, Τμήμα Πληροφορικής
και Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο
Αθηνών, MSc Φυσικών Επιστημών -
MEd Παιδαγωγικών, Εκπαιδευτικός -
Επιμορφώτρια ΤΠΕ
glezouk@otenet.gr*

Γρηγοριάδου Μαρία
*Αναπλ. Καθηγήτρια, Τμήμα
Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών,
Πανεπιστήμιο Αθηνών
gregor@di.uoa.gr*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η κατάθεση εμπειριών, προβληματισμών και προτάσεων σχετικών με την εισαγωγή κι αξιοποίηση Logo-like περιβάλλοντος στη διδακτική πράξη με σκοπό την ανάδειξη σημαντικών πτυχών της σχεδίασης, ανάπτυξης, εφαρμογής και αξιολόγησης εκπαιδευτικών σεναρίων και δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της αποτελεσματικής ένταξης των ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Ως απόσταγμα της μέχρι σήμερα βιωματικής εμπειρίας πειραματισμού αξιοποίησης υπολογιστικών και δικτυακών περιβάλλοντων στη σχολική τάξη με κύρια εστίαση στα Logo-like περιβάλλοντα, προτείνονται διδακτικές παρεμβάσεις στη θεματική ενότητα «Ελέγχω και προγραμματίζω» του διαθεματικού ενιαίου πλαισίου προγράμματος σπουδών του Δημοτικού σχολείου με χρήση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος πολυμέσων *Microworlds Pro*.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Logo, Logo-like περιβάλλον, Microworlds Pro, Δημοτικό*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην πορεία μετάβασης του σχολείου στην Κοινωνία της Πληροφορίας και την προσπάθεια αναβάθμισης της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας και μετεξέλιξης της παραδοσιακής τάξης σε μια κριτική και αναστοχαστική κοινότητα μάθησης, η εισαγωγή και η αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στη σχολική τάξη αποτελεί ένα ανοιχτό, πολυσύνθετο και πολυπαραγοντικό θέμα. Οι ΤΠΕ καλούνται να λειτουργήσουν ως καταλύτης-όχημα για τη μετάλλαξη της σχολικής τάξης σε τόπο δημοκρατίας, δημιουργίας, επικοινωνίας και συνεργασίας, σε τόπο ζωής και χαράς όπου η αναζήτηση, η προσέγγιση και η κατάκτηση της γνώσης θα έχει προσωπικό νόημα τόσο για το μαθητή όσο και για τον εκπαιδευτικό.

Οι ΤΠΕ και ιδιαίτερα τα Logo-like περιβάλλοντα μπορούν να αξιοποιηθούν για τη σχεδίαση και την ανάπτυξη υπολογιστικών εργαλείων, τα οποία προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα έκφρασης κι αξιοποίησης των σκέψεων, ιδεών και διαισθήσεών τους και υποστηρίζουν τη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης διαμορφώνοντας πλούσια σε ευκαιρίες προβληματισμού και πειραματισμού περιβάλλοντα μάθησης (Γλέζου, 2002, Noss, 1995, diSessa, 1995, Hoyles, 1992, Papert, 1991).

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η αξιοποίηση Logo-like περιβάλλοντος όπου ο/η εκπαιδευτικός και οι μαθητές καλούνται να συνεργαστούν σε ένα συνεκτικό αλλά και ανοικτό ιστό υποθέσεων, αντικειμένων και σχέσεων που τα διέπουν, εξερευνώντας πολλαπλές εναλλακτικές δυνατότητες και προσεγγίσεις, απαιτεί την υιοθέτηση μιας διαφορετικής καινοτομίας, εποικοδομητιστικής νοοτροπίας και στάσης. Η χρήση των υπολογιστικών εργαλείων, ως εργαλείων σκέψης, συντελεί στο να οικοδομήσουν οι μαθητές ατομικά και κοινωνικά τη γνώση, σε καταστάσεις που αυτή είναι λειτουργική και σκόπιμη, ενώ παράλληλα αναπτύσσουν τη μεταγνωστική τους συνείδηση.

Η σχεδίαση, ανάπτυξη κι εφαρμογή των εκπαιδευτικών σεναρίων και δραστηριοτήτων αξιοποιώντας Logo-like περιβάλλον στηρίζονται σε ένα πλαίσιο γενικών παιδαγωγικών αρχών που αποτελούν τη συνισταμένη των αντιλήψεων που αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια στο πεδίο των γνωστικών και κοινωνικογνωστικών θεωριών με βάση το κοινωνικό εποικοδομητικό μοντέλο.

Ως βασικοί άξονες για τη σχεδίαση εκπαιδευτικών σεναρίων και δραστηριοτήτων προτείνονται: η δόμηση διερευνητικών ρόλων (Papert, 1991, Soloway, 1990, diSessa, 1997), η υποστήριξη διαδικασιών ενεργητικής δόμησης της γνώσης (Piaget, 1979, Papert, 1991), η ανάπτυξη πλούσιου εννοιολογικού δικτύου, η αξιοποίηση των προηγούμενων γνώσεων, εμπειριών-βιωμάτων και διαισθήσεων των μαθητών (diSessa, 1995, Vergnaud, 1987), η ανάπτυξη νέων ρόλων μαθητών-δασκάλου (Hoyle, 1995, Κυνηγός, 1995), η διαμόρφωση συνεργατικών περιβαλλόντων μάθησης (diSessa, 1995, Vergnaud, 1987), και τέλος, η διαθεματική προσέγγιση.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ο ρόλος των μαθητών

Οι μαθητές στο πλαίσιο του μαθήματος [πρέπει εδώ να γίνει συνοπτική αναφορά στο μάθημα στο οποίο αναφέρονται οι συγγραφείς, τα χαρακτηριστικά του κτλ] καλούνται να δραστηριοποιηθούν σε μικρές ομάδες των 2-3 μελών για την εκπόνηση ομαδικής συνθετικής εργασίας. Κατά τη διάρκεια της εργασίας τους συλλέγουν, επεξεργάζονται, αναλύουν, συγκρίνουν, αναπαριστούν (συμβολικά, γραφικά, εικονικά), γενικεύουν, ερμηνεύουν δεδομένα υιοθετώντας μια ποικιλία στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων από την απλή δοκιμή και πλάνη μέχρι τον πιο σύνθετο αφαιρετικό συλλογισμό ενώ ωθούνται σε συνεχή αυτοπαρατήρηση και αναστοχασμό. Εξοικειώνονται με αξιοσημείωτη ευκολία και άνεση στο υπολογιστικό περιβάλλον και αναπτύσσουν γρήγορα τις απαιτούμενες δεξιότητες για το χειρισμό των εργαλείων. Ανταποκρίνονται με ενθουσιασμό σε νέα εργαλεία και χαρακτηρίζονται από αυξημένα κίνητρα για μάθηση, αφιερώνουν περισσότερο χρόνο, προσπάθεια και προσοχή σε σύγκριση με την παραδοσιακή τάξη. Αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες, ακολουθούν διαφορετικές με προσωπικό νόημα διαδρομές και κατευθύνουν μόνοι τους τη μάθησή τους χωρίς να χρειάζονται τη συνεχή καθοδήγηση και επιβεβαίωση του δασκάλου. Αναπτύσσουν υψηλό βαθμό συνειδητότητας, αυτοεκτίμησης, υπευθυνότητας και σεβασμού στο διαφορετικό, και καλλιεργούν δεξιότητες έκφρασης, συνεργασίας κι επικοινωνίας. Εξοικειώνονται με τις διαδικασίες πειραματισμού, διατύπωσης υποθέσεων και ελέγχου αυτών, δοκιμής και λάθους, καθώς και συμφιλίωσης,

αποδοχής, αποποινικοποίησης και εκμετάλλευσης του λάθους. Κατά την αλληλεπίδραση με τα παρεχόμενα υπολογιστικά εργαλεία αναδύονται και επιλύονται γνωστικές ασυμφωνίες, δομούνται νέα γνωστικά σχήματα ενώ παράλληλα καλλιεργούνται μεταγνωστικές δεξιότητες. [θα συνιστούσα τη βιβλιογραφική τεκμηρίωση, έστω και επιλεκτικά σε ενδεικτικό επίπεδο, των παραπάνω]

Συχνότατα εμφανίζονται έντονα προβλήματα συνεργασίας, κλιμακούμενες εντάσεις στη φάση επιλογής των μελών των ομάδων, ρήξεις φιλικών δεσμών μεταξύ των μελών της ομάδας και διάσπασης αυτής, ανάπτυξη νέων φιλικών δεσμών και αιτήματα ανασύνθεσης των ομάδων. Απαιτούνται λεπτοί χειρισμοί εκ μέρους του δασκάλου προκειμένου να μάθουν σταδιακά πώς να ακούν, να εκφράζονται, να συναποφασίζουν, να συνεργάζονται, να αναλαμβάνουν το τίμημα των επιλογών τους.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού

Ο εκπαιδευτικός, παραγωγός, σκηνοθέτης και πρωταγωνιστής ο ίδιος σε μια προσωπική κριτική ενεργό έρευνα δράσης, καλείται να υιοθετήσει το ρόλο του διευκολυντή, σύμβουλου παιδαγωγού και συνεργευνητή μέσα στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία και πράξη. Περιορίζει την καθοδηγητική του τάση, επικουρεί και ενθαρρύνει τις προσπάθειες των μαθητών, τους παροτρύνει σε αυτενέργεια και πειραματισμό καλλιεργώντας δεξιότητες ανακαλυπτικής-διερευνητικής και συνεργατικής μάθησης. Εξελίσσεται σταδιακά από διαμεσολαβητή σε συνδιαμορφωτή καινοτομικών παρεμβάσεων και αναδεικνύεται ως ο καταλύτης που δίνει κύρος ή ακυρώνει την προστιθέμενη διδακτική-μαθησιακή αξία των ΤΠΕ.

Αναπτύσσει την ικανότητα οργάνωσης δραστηριοτήτων και λειτουργεί ως ερευνητής: α) αναγνωρίζει το πρόβλημα, β) σχεδιάζει μέθοδο έρευνας, γ) ορίζει το πρόβλημα και εντοπίζει ερωτήματα αναζήτησης, δ) οργανώνει φάσεις δραστηριότητας λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα, τις αναμονές και την πρότερη γνώση των μαθητών, ε) συλλέγει, αξιολογεί, επεξεργάζεται δεδομένα και ευρήματα, και ζ) αναπτύσσει διδακτικό υλικό, μεθόδους και στρατηγικές. Στην προετοιμασία του πλάνου δραστηριότητας προβλέπει πολλαπλές εναλλακτικές διαδρομές. Επισημαίνεται ότι η απουσία άγχους κάλυψης της ύλης διευρύνει τα περιθώρια πειραματισμού.

Η χρήση συνοδευτικών φύλλων εργασίας συμβάλλει θετικά κυρίως στην περίπτωση καθοδηγούμενης ανακάλυψης. Το ορθώς διαρθρωμένο φύλλο εργασίας επιβοηθά στην εστίαση της προσοχής σε επιλεγμένα σημεία, στον εντοπισμό των λαθών/παρανοήσεων/εσφαλμένων αντιλήψεων και των ιδιαίτερων μαθησιακών αναγκών, καθώς και στην καλλιέργεια αναστοχασμού και μεταγνωστικών δεξιοτήτων, ενώ καθοδηγεί και αξιολογεί δυναμικά τη διδακτική πορεία. Ο κύκλος σχεδιασμού, δημιουργίας, εφαρμογής, αξιολόγησης και αναδιαμόρφωσης του φύλλου εργασίας αποτελεί χρονοβόρα και ενεργοβόρα διαδικασία και κυρίως για το λόγο αυτό, συνήθως απουσιάζει από την καθημερινή πρακτική.

Η διαχείριση της τάξης στο εργαστήριο υπολογιστών, ο κατάλληλος καταμερισμός των μαθητών σε ομάδες και η οργάνωση των ομάδων απαιτεί βασικές γνώσεις ψυχολογίας ομάδων. Ο πράγματι αυξημένος θόρυβος στο εργαστήριο, η διάσπαση της προσοχής του εκπαιδευτικού στις διαφορετικές ομάδες και η αδυναμία αδιάλειπτης παρακολούθησης της πορείας κάθε ομάδας και συχνά μη λειτουργικών παρεμβάσεων προκαλούν συχνά συναισθήματα δυσφορίας, εντάσεις, ακόμα και τάσεις παραίτησης.

Σημειώνεται ακόμα, ότι στο σχολικό εργαστήριο παρουσιάζεται έντονα το πρόβλημα της τεχνικής υποστήριξης, της συντήρησης και αναβάθμισης των μηχανημάτων και του δικτύου και ελλείπει εξειδικευμένου τεχνικού, ο εκπαιδευτικός καλείται να παίξει το ρόλο του τεχνικού χωρίς την κατάλληλη εκπαίδευση και συχνότατα χωρίς την απαιτούμενη αναγνώριση για την προσπάθεια που καταβάλλει.

Προκειμένου ο εκπαιδευτικός να εντάξει και να αξιοποιήσει αποτελεσματικά τις ΤΠΕ στην καθημερινή σχολική πρακτική, απαιτείται μακράς διάρκειας, μη εντατική επιμόρφωση [γιατί όχι μη εντατική επιμόρφωση;] και δια βίου ενημέρωση, και εκ μέρους του προσωπική δέσμευση, κατάθεση ψυχής, σημαντική διανοητική αλλά και οικονομική επένδυση ενώ προϋποθέτει ανεπτυγμένη συναισθηματική νοημοσύνη, ενσυναίσθηση, ευρύ πνεύμα, διερευνητική κι αναστοχαστική διάθεση, αυτοπαρατήρηση, γνώση και εμπειρία, αντοχή σε αναβολές, ματαιώσεις και απογοητεύσεις. Πρόκειται για μια ατέρμονη, όμορφη αλλά δύσβατη πορεία αυτογνωσίας, πλούσια σε συγκινήσεις, χαρές και λύπες, εκπλήξεις, αμφιταλαντεύσεις, δοκιμές και λάθη, μοναχικές περιπλανήσεις, εγκλωβισμούς σε λαβυρίνθους, επαναστροφές, συνεχείς αναθεωρήσεις, επανατοποθετήσεις και επαναπροσδιορισμούς.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Το εκπαιδευτικό λογισμικό Microworlds Pro της καναδικής εταιρείας LCSi (Logo Computers Systems Inc. <http://www.lcsi.ca/>) αποτελεί ένα ισχυρό, ευέλικτο και πλούσιο προγραμματιστικό πολυμεσικό περιβάλλον.

Το Microworlds Pro συνιστά εργαλείο συγγραφής και περιβάλλον εφαρμογής για την ανάπτυξη, διαχείριση και διερεύνηση Μικρόκοσμων, είναι ανοιχτό λογισμικό, το οποίο διαθέτει ως γλώσσα προγραμματισμού τη γνωστή Logo και έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις παιδαγωγικές αντιλήψεις του Seymour Papert, εμπνευστή της Logo και συνεργάτη του Jean Piaget. Κατά την αξιοποίηση των Μικρόκοσμων, εξειδικευμένων εφαρμογών, στην τάξη παρέχεται η δυνατότητα πολλαπλών εναλλακτικών προσεγγίσεων στον εκπαιδευτικό ενώ προσφέρονται πλούσιες ευκαιρίες πειραματισμού, δοκιμής και λάθους, ανατροφοδότησης και οικοδόμησης των γνώσεων στους μαθητές. Ο Μικρόκοσμος αποτελεί μια υπολογιστική εφαρμογή που υποστηρίζει ένα εκπαιδευτικό σενάριο ως πλαίσιο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (Hoyles, 1995).

Σημαντικά θετικά χαρακτηριστικά του Microworlds Pro αποτελούν:

α. Η δυνατότητα εισαγωγής, διαχείρισης και επεξεργασίας ποικίλων μορφών πληροφορίας όπως κείμενο, ήχος, εικόνες, μουσική, video) διαμορφώνουν ένα πλούσιο, φιλικό και εύχρηστο πολυμεσικό περιβάλλον, κατάλληλο για ανάπτυξη συνθετικών εργασιών και παρουσιάσεων χωρίς να απαιτείται η γνώση γλώσσας και τεχνικών προγραμματισμού.

β. Η ευκολία εισαγωγής στον προγραμματισμό και σταδιακής εξοικείωσης με τη γλώσσα προγραμματισμού Logo που επιτρέπει τη δημιουργία μικρών εφαρμογών.

γ. Η δυνατότητα δημιουργίας ιστοσελίδων (ως πρότυπα HTML) και παρουσίασης συνθετικών διαδραστικών εργασιών στο διαδίκτυο.

Το Microworlds Pro ως προγραμματιστικό περιβάλλον ευνοεί τόσο την εύκολη και γρήγορη εκμάθηση στοιχειώδους προγραμματισμού για αρχαίους όσο και την εκμάθηση τεχνικών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και την εμβάθυνση στον προγραμματισμό για προχωρημένους. Αξίζει να επισημανθεί το λογισμικό δεν έχει

καθόλου υψηλές απαιτήσεις συστήματος [Windows 95 ή επόμενη έκδοση, επεξεργαστής Pentium, 16 MB RAM, μονάδα CD ROM, ρυθμίσεις οθόνης "πολλά χρώματα" (16 bits), ανάλυση οθόνης 800 x 600], στοιχείο ιδιαίτερα θετικό κι ευνοϊκό για τη διάδοση και ευρεία χρήση του.

Σημειώνεται ότι στην Εκπαιδευτική Πύλη του ΥπΕΠΘ (<http://www.e-yliko.gr/>) καθώς και στο σχετικό ιστότοπο (<http://www.microworlds.com/library/index.html>) της LCSΙ οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να αναζητήσουν, να εντοπίσουν, να αλληλεπιδράσουν, να κατεβάσουν εκπαιδευτικό υλικό σχετικά με το Microworlds Pro (όπως ενδιαφέροντα άρθρα, δραστηριότητες και φύλλα εργασίας δραστηριοτήτων) και να το τροποποιήσουν σύμφωνα με τις δικές του ανάγκες.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ: ΤΟ ΣΗΜΑ ΤΗΣ ΕΙΡΗΝΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Το σενάριο «Το Σήμα της Ειρήνης» έχει ως αντικείμενο διερεύνησης το σήμα της Ειρήνης, όπως άλλωστε δηλώνει ο τίτλος του. Αποτελεί ένα διαθεματικό σενάριο όπου διασυνδέονται στοιχεία των μαθηματικών, της αισθητικής αγωγής, καθώς και της κοινωνικής και πολιτικής αγωγής αξιοποιώντας Logo-like περιβάλλον. Το σενάριο αυτό και οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν για την Δ' - Ε' - Στ' Δημοτικού με δυνατότητα επέκτασης για την Α' Γυμνασίου.

Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του σεναρίου επιχειρείται η διερεύνηση των ιδιοτήτων του κύκλου και των τόξων καθώς και η εξοικείωση των μαθητών με τις έννοιες προσανατολισμού, της γωνίας, της απόστασης, της κλίμακας.

Οι δραστηριότητες του σεναρίου εξελίσσονται σε τέσσερις διακριτές φάσεις:

Α' Φάση: Κατασκευή κύκλων με χρήση εντολών ή/και διαδικασιών Logo.

Β' Φάση: Κατασκευή του σήματος της Ειρήνης με χρήση εντολών ή/και διαδικασιών Logo.

Γ' Φάση: Κατασκευή του σήματος της Ειρήνης με χρήση υπερδιαδικασιών Logo.

Δ' Φάση: Εκπόνηση-Παρουσίαση συνθετικής εργασίας.

Ανάλογα με την τάξη και το επίπεδο των μαθητών προχωρούμε στη σταδιακή εισαγωγή της έννοιας της μεταβλητής και τη χρήση παραμετρικών διαδικασιών και παραμετρικών υπερδιαδικασιών Logo. Στην περίπτωση αυτή η πρώτη, δεύτερη και τρίτη φάση της διερεύνησης συμπληρώνονται αντίστοιχα με τις φάσεις: Α1') Κατασκευή κύκλων με χρήση παραμετρικών διαδικασιών Logo, Β1') Κατασκευή του σήματος της Ειρήνης με χρήση παραμετρικών διαδικασιών Logo, και Γ1') Κατασκευή του σήματος της Ειρήνης με χρήση παραμετρικών υπερδιαδικασιών Logo.

Στην Δ' Δημοτικού η κατασκευή του κύκλου και του σήματος της Ειρήνης ολοκληρώνεται με χρήση απλών εντολών και της εντολής επανάληψης χωρίς να προχωρούμε στον ορισμό διαδικασιών Logo παρά μόνο στην περίπτωση έμπειρων μαθητών.

Στην Ε' Δημοτικού για την κατασκευή κύκλων προχωρούμε στον ορισμό διαδικασιών Logo και για την κατασκευή του σήματος της Ειρήνης στον ορισμό υπερδιαδικασιών Logo.

Στην Στ' Δημοτικού για την κατασκευή κύκλων προχωρούμε στον ορισμό παραμετρικών διαδικασιών Logo και για την κατασκευή του σήματος της Ειρήνης στον ορισμό παραμετρικών υπερδιαδικασιών Logo.

Η εκτιμώμενη διάρκεια της δραστηριότητας αντιστοιχεί συνολικά σε 6 - 10 διδακτικές ώρες και προτείνεται η παρακάτω κατανομή ωρών: Διάρκεια Α΄ Φάσης: 1 - 2 διδακτικές ώρες, Διάρκεια Β΄ Φάσης: 1 - 2 διδακτικές ώρες, Διάρκεια Γ΄ Φάσης: 2 - 3 διδακτικές ώρες, Διάρκεια Δ΄ Φάσης: 2 - 3 διδακτικές ώρες.

Επισημαίνεται ότι η επιλογή των δραστηριοτήτων, οι συγκεκριμένοι διδακτικοί - μαθησιακοί στόχοι των δραστηριοτήτων, ο τελικός σχεδιασμός, ο χρονοπρογραμματισμός καθώς και η πορεία διδασκαλίας καθορίζονται ανάλογα με το επίπεδο των γνώσεων και πρότερων εμπειριών των μαθητών καθώς και τα ενδιαφέροντά τους.

ΣΤΟΧΟΘΕΣΙΑ

Οι μαθητές, εμπλεκόμενοι στο σενάριο και τις δραστηριότητες με αξιοποίηση Logo-like περιβάλλοντος καλούνται:

A. Παιδαγωγικοί στόχοι

- Να διατυπώσουν υποθέσεις, να πειραματιστούν, να ελέγξουν την ορθότητα των υποθέσεών τους, να εξάγουν συμπεράσματα και να προβούν σε ερμηνεία αυτών.
- Να αξιοποιήσουν τις υπάρχουσες διαισθήσεις τους.
- Να καλλιεργήσουν τη συστηματική 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 αναζητήσουν και να αντιμετωπίσουν τον προβληματισμό θετικά και μεθοδικά και να «αποποινικοποιήσουν» την έννοια του λάθους (Papert, 1991, diSessa, 1995).

- Να δημιουργήσουν πρωτότυπες κατασκευές προσωπικού νοήματος.
- Να καλλιεργήσουν δεξιότητες έκφρασης (προφορικού και γραπτού λόγου, καλλιτεχνικής, «γλώσσας του σώματος») και επικοινωνίας (Vergnaud, 1987).
- Να συνεργαστούν μεταξύ τους για την επίτευξη κοινού στόχου αναπτύσσοντας προσωπική και συλλογική ευθύνη ως μέλη μιας ομάδας.

B. Γενικοί διδακτικοί – μαθησιακοί στόχοι

α. Στόχοι ως προς τα Μαθηματικά

- Να διατυπώσουν μαθηματικές 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 μαθηματικών προβλημάτων.
 - Να αποσαφηνίσουν βασικές έννοιες προσανατολισμού, γεωμετρικών σχημάτων, μεταβολής μεγεθών, αναλογιών, κλίμακας.
 - Να ανακαλύψουν κανόνες στην πράξη (theorems in action).
 - Να διακρίνουν συμμεταβολές, αναλογικές ή μη σχέσεις μεταξύ μεγεθών και τμημάτων των κατασκευών.
 - Να προσεγγίσουν την έννοια της μεταβλητής και της παραμετροποίησης.
- β. Στόχοι ως προς την Πληροφορική*

- Να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή, διερευνητικού λογισμικού και βασικών εφαρμογών γραφείου.
 - Να εισαχθούν σταδιακά στον προγραμματισμό, να εξοικειωθούν με βασικές έννοιες προγραμματισμού, να κατανοούν και να συγγράφουν απλά προγράμματα Logo.
 - Να μεταφέρουν δεδομένα από μια υπολογιστική εφαρμογή σε άλλη.
 - Να αποκτήσουν δεξιότητες διαχείρισης αρχείων.
 - Να εξοικειωθούν με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης των δεδομένων (συμβολική, γραφική, εικονική).
- γ. Στόχοι ως προς την Αισθητική Αγωγή
- Να καλλιεργήσουν δεξιότητες καλλιτεχνικής έκφρασης.
 - Να δημιουργήσουν πρωτότυπες κατασκευές προσωπικού ενδιαφέροντος και νοήματος.

Γ. Ειδικό Διδακτικό - μαθησιακό στόχοι

- α. Στόχοι ως προς τα Μαθηματικά
- Να διερευνήσουν τις γεωμετρικές ιδιότητες των τόξων και των κύκλων,
 - Να εξάγουν και να διατυπώσουν συμπεράσματα σχετικά με τις γεωμετρικές ιδιότητες των τόξων και των κύκλων.
- β. Στόχοι ως προς την Κοινωνική και Πολιτική Αγωγή
- Να διαμορφώσουν φιλειρηνική συνείδηση.
 - Να δραστηριοποιηθούν στον αγώνα για επικράτηση της παγκόσμιας ειρήνης.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Α' Φάση: Κατασκευή κύκλων (προτείνεται η διαδοχική εξέλιξη των δύο προσεγγίσεων χωρίς να θεωρείται προαπαιτούμενη η πρώτη προσέγγιση)

α) Διαισθητική προσέγγιση των γεωμετρικών σχημάτων

Οι μαθητές χωρίζονται σε δύο ή περισσότερες ομάδες. Η τάξη μπορεί να βγει στην αυλή του σχολείου αν ο χώρος του εργαστηρίου είναι μικρός, κι αν φυσικά ο καιρός το επιτρέπει, ή ακόμα να μεταβεί σε άλλη διαθέσιμη ευρύχωρη αίθουσα. Οι ομάδες καλούνται να ζωγραφίσουν κύκλους με κιμωλία στο δάπεδο της αυλής ή σε χαρτόνια στο πάτωμα. Στη συνέχεια κάθε ομάδα εξηγεί στην άλλη πώς έφτιαξε το σχέδιό της και ακολουθεί συζήτηση σχετικά με τις ιδιότητες των κύκλων. Ένας μαθητής-εθελοντής καλείται να παίξει το ρόλο της χελώνας εδάφους και καθοδηγείται από τα παιδιά στην περίμετρο του κύκλου με χρήση των γνωστών εντολών της Logo. Επισημαίνεται ότι, τα παιδιά παρουσιάζουν χαμηλού επιπέδου δεξιότητες προσανατολισμού, μπερδεύουν το αριστερά με το δεξιά, το μέγεθος της γωνίας στροφής και του βήματος.

Κατόπιν οι μαθητές καλούνται να ζωγραφίσουν κύκλους διαφορετικών μεγεθών στο σημειωματάριό τους.

β) Υπολογιστική προσέγγιση

Κάθε ομάδα μαθητών καλείται να κατασκευάσει στο υπολογιστικό περιβάλλον της Logo ένα κύκλο τυχαίου μεγέθους. Οι ομάδες συζητούν για τον τρόπο κατασκευής κύκλου ως κλειστής πολυγωνικής γραμμής και εντοπίζονται οι ιδιότητες των κύκλων. Κατόπιν καλούνται να κατασκευάσουν κύκλους διαφορετικών μεγεθών και να

παρατηρήσουν τι αλλάζει κάθε φορά με τις εντολές που δίνουν στη χελώνα. Ο δάσκαλος κατά την κρίση του μπορεί να προτείνει στους μαθητές ενδεικτικές διαδικασίες ενώ εγείρει θέματα προβληματισμού γύρω π.χ. από το πότε/πώς αλλάζουν οι γωνίες στροφής της χελώνας. Τέλος, ζητάμε να συσχετίσουν τα ευρήματά τους και να διατυπώσουν συμπεράσματα για την κατασκευή των κύκλων.

Ανάλυση μαθηματικής-προγραμματιστικής προσέγγισης κατασκευής κύκλου και τόξων

Η χελώνα προκειμένου να σχεδιάσει καμπύλες συνδυάζει μετακίνηση και στροφή, δηλαδή προχωρά μπροστά κατά μία σταθερή μικρή απόσταση -το βήμα της-, έπειτα στρίβει κατά μία σταθερή μικρή γωνία και επαναλαμβάνει πολλές φορές το συνδυασμό μετακίνησης και στροφής. Όταν η χελώνα στραφεί κατά 360 μοίρες, θα σχεδιαστεί ένας πλήρης κύκλος.

Α. ΑΠΛΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	Β. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	Γ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΥΠΕΡΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ
για κύκλο1 επανάλαβε 360 [μπροστά 1 δεξιά 1] τέλος	για κύκλοβ :βήμα επανάλαβε 36 [μπροστά :βήμα δεξιά 10] τέλος	για κύκλοα :ακτίνα κύκλοβ $2 * \pi * :$ ακτίνα / 36 τέλος
για κύκλο2 επανάλαβε 180 [μπροστά 1 δεξιά 2] τέλος	για τεταρτοκύκλιο :βήμα επανάλαβε 9 [μπροστά :βήμα αριστερά 10] τέλος	για τεταρτοκύκλιοα :ακτίνα τεταρτοκύκλιο $2 * \pi * :$ ακτίνα / 36 τέλος
για κύκλο10 επανάλαβε 36 [μπροστά 10 δεξιά 10] τέλος	για τόξο :βήμα :μοίρες επανάλαβε :μοίρες / 10 [μπροστά :βήμα αριστερά 10] τέλος	

Πίνακας 1: Ενδεικτικές διαδικασίες και υπερδιαδικασίες Logo για κατασκευή κύκλων και τόξων: Α. Απλές διαδικασίες Logo, Β. Παραμετρικές διαδικασίες Logo, Γ. Παραμετρικές υπερδιαδικασίες Logo.

Η διαδικασία «κύκλο1» σχεδιάζει ένα κύκλο (βλέπε Πίνακας 1). Επισημαίνεται ότι, δεν πρόκειται για κύκλο με την αυστηρή γεωμετρική σημασία γιατί στην πραγματικότητα η διαδικασία κύκλο σχεδιάζει ένα πολύγωνο με 360 πλευρές.

Η διαδικασία «κύκλο10» σχεδιάζει ένα λιγότερο τέλει κύκλο, ένα πολύγωνο με 36 πλευρές.

Για να σχεδιάζουμε κύκλους διαφορετικών μεγεθών εύκολα και γρήγορα μπορούμε να μεταβάλουμε τη διαδικασία προσθέτοντας είσοδο για το βήμα της χελώνας, οπότε προκύπτει η παραμετρική διαδικασία «κύκλοβ» με μεταβλητή το «βήμα». Το μέγεθος του κύκλου αλλάζει ανάλογα με την τιμή της εισόδου του. Όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός που εισάγεται, δηλαδή το βήμα, τόσο πιο μεγάλος είναι ο κύκλος. Η τιμή του βήματος καθορίζει το μήκος της περιμέτρου.

Μια διαδικασία κύκλου με είσοδο για τον καθορισμό της ακτίνας είναι πιο εύχρηστη. Γνωρίζουμε ότι το γινόμενο $2\pi r$ (όπου r είναι η ακτίνα και π το γνωστό 3.14 κατά προσέγγιση), ισούται με την περίμετρο ενός κύκλου. Στην παραπάνω

διαδικασία «κύκλοβ» η περίμετρος του κύκλου μας έχει 36 βήματα μπροστά. Έτσι, προκύπτει η παρακάτω εξίσωση που δηλώνει τη σχέση ανάμεσα στο βήμα και την ακτίνα του κύκλου: $36 * \text{βήμα} = 2 * \pi * \text{ακτίνα}$ από την οποία προκύπτει $\text{βήμα} = 2 * \pi * \text{ακτίνα} / 36$ και $\text{ακτίνα} = 36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$.

Τώρα μπορούμε να ορίσουμε την υπερδιαδικασία «κύκλοα», δίνοντας την παραπάνω πολύπλοκη μαθηματική πράξη ως τιμή εισόδου στη διαδικασία «κύκλοβ».

Η εισαγωγή και χρήση των μεταβολέων παρέχει τη δυνατότητα και την ευκολία για πολλαπλές δοκιμές τιμών των μεγεθών στην είσοδο των παραμετρικών διαδικασιών.

A. ΑΠΛΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	B. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΥΠΕΡΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΤΟ ΒΗΜΑ	Γ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΥΠΕΡΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ
για ειρήνη σγκ εμχ μπ 112 δε 90 επανάλαβε 360 [μπ 1 δε 1] στα δε 90 μπ 56 σγκ αρ 45 μπ 56 στα πι 56 δε 90 σγκ μπ 56 στα απχ τέλος	για ΣήμαΕιρήνης σγκ εμχ θέσεκατεύθυνση 0 κύκλοβ βήμα αρ 90 στα μπ $36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ δε 90 μπ $36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ σγκ πι $2 * 36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ στα μπ $36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ αρ 135 σγκ μπ $36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ στα πι $36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ αρ 90 σγκ μπ $36 * \text{βήμα} / 2 * \pi$ στα απχ τέλος	για ΣήμαΕιρήνηςΑ σγκ εμχ θέσεκατεύθυνση 0 κύκλοα ακτίνα στα τεταρτοκύκλιοα ακτίνα θέσεκατεύθυνση 0 σγκ πι $2 * \text{ακτίνα}$ στα μπ ακτίνα θέσεκατεύθυνση 135 σγκ μπ ακτίνα στα πι ακτίνα θέσεκατεύθυνση 225 σγκ μπ ακτίνα στα απχ τέλος

Πίνακας 2: Ενδεικτικές διαδικασίες Logo για κατασκευή σήματος Ειρήνης, Α. Απλή διαδικασία, Β. Παραμετρική υπερδιαδικασία, Γ. Παραμετρική υπερδιαδικασία Logo.

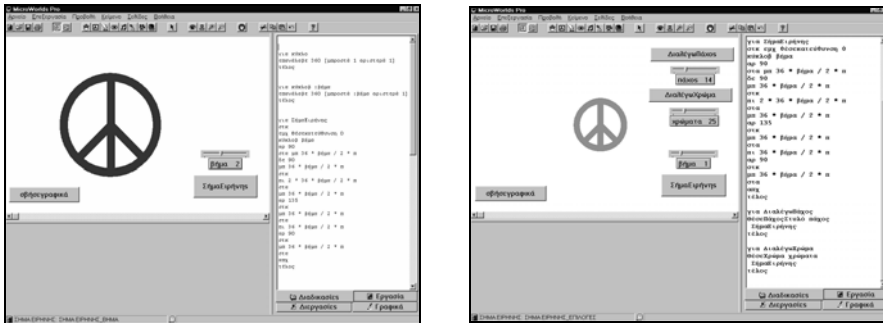
Β' Φάση: Κατασκευή σήματος Ειρήνης με χρήση εντολών και διαδικασιών Logo

Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν το σήμα της Ειρήνης στο υπολογιστικό περιβάλλον της Logo (βλέπε Πίνακας 2: Α). Οι ομάδες συζητούν για τον τρόπο κατασκευής και εντοπίζονται ως σημεία αιχμής τα σημεία τομής κύκλου και των ευθυγράμμων τμημάτων. Κατόπιν καλούνται να κατασκευάσουν το σήμα της Ειρήνης σε διαφορετικά μεγέθη και να παρατηρήσουν τι αλλάζει κάθε φορά με τις εντολές που δίνουν στη χελώνα. Ο δάσκαλος κατά την κρίση του μπορεί να προτείνει στους μαθητές ενδεικτικές διαδικασίες ενώ εγείρει θέματα προβληματισμού γύρω π.χ. από το πότε/πώς αλλάζουν οι γωνίες στροφής της χελώνας. Τέλος, ζητάμε να συσχετίσουν τα

ευρήματά τους και να διατυπώσουν συμπεράσματα για τις κατασκευές με αναφορά σε εμπλεκόμενες έννοιες όπως ημικύκλιο, τεταρτοκύκλιο.

Γ' Φάση: Κατασκευή του σήματος της Ειρήνης με χρήση υπερδιαδικασιών Logo

Κάθε ομάδα μαθητών διαμορφώνει την πορεία που θα ακολουθήσει προκειμένου να σχεδιάσει το σήμα της Ειρήνης χρησιμοποιώντας εντολές και διαδικασίες Logo για κύκλους ή/και τόξα (βλέπε Πίνακας 2: Β, Γ). Μετά από πειραματισμούς, δοκιμές και λάθη ορίζει την υπερδιαδικασία για το σήμα της Ειρήνης της επιλογής της και δημιουργεί την εικόνα του ως γραφικά της χελώνας (βλέπε Σχήμα 1). Προτείνεται να αποθηκεύσει την εικόνα του σήματος της Ειρήνης που δημιούργησε καθώς και τις εντολές Logo που χρησιμοποίησε σε ξεχωριστά αρχεία. Ακόμα, μπορεί να επεξεργαστεί/εμπλουτίσει την εικόνα του σήματος με τα εργαλεία της Ζωγραφικής και να δημιουργήσει αφίσες και κονκάρδες.



Σχήμα 1: Στιγμιότυπα του Μικρόκοσμου Logo στο περιβάλλον του Microworlds Pro: α) πειραματισμός με την παραμετρική υπερδιαδικασία ΣήμαΕιρήνης, και β) πειραματισμός με την παραμετρική υπερδιαδικασία ΣήμαΕιρήνης καθώς και με τις παραμετρικές διαδικασίες ΔιαλέγωΠάχος και ΔιαλέγωΧρώμα.

Δ' Φάση: Εκπόνηση-Παρουσίαση συνθετικής εργασίας

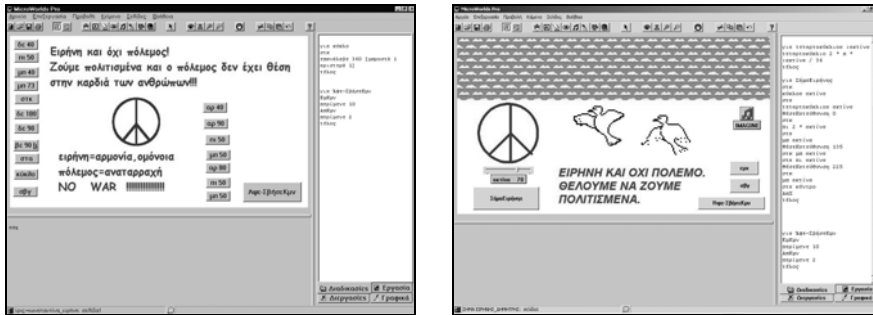
Οι μαθητές μπορούν να εμπλουτίσουν το μικρόκοσμό τους με κουμπιά, μεταβολείς, κείμενα, σχήματα, εικόνες, μελωδίες, ήχους (Βλέπε Σχήμα 2) και να δημιουργήσουν κι άλλες σελίδες με θέματα σχετικά με την Ειρήνη καθώς και παρουσιάσεις της εργασίας τους αξιοποιώντας τις πλούσιες δυνατότητες αυτού του προγράμματος. Κατόπιν κάθε ομάδα μαθητών καταγράφει στον κειμενογράφο την πορεία που ακολούθησε και τα συμπεράσματά της. Στο σκελετό της έκθεσης περιλαμβάνονται στοιχεία όπως: όνομα ομάδας, μέλη ομάδας, θέμα διερεύνησης, καταγραφή της διαδικασίας κατασκευής του σήματος της Ειρήνης, δυσκολίες που συνάντησαν στο Logo-like περιβάλλον και στη συνεργασία τους, πώς αντιμετώπισαν τις δυσκολίες, τι αποκόμισαν από τη δραστηριότητα αυτή. Τέλος, εισάγει στο έγγραφο της την εικόνα του μικρόκοσμου που δημιούργησε και τις εντολές Logo που χρησιμοποίησε και εμπλουτίζει, διαμορφώνει το έγγραφό της ολοκληρώνοντας τη

δουλειά της. Προτείνεται οι μαθητές να έχουν προετοιμάσει το κείμενο της έκθεσης από το σπίτι τους.

Οι εργασίες παρουσιάζονται μέσα στην τάξη σε ξεχωριστό μάθημα και ακολουθεί συζήτηση. Οι δουλειές των παιδιών μπορούν να παρουσιαστούν σε έκθεση στο σχολείο, να δημοσιευθούν στην εφημερίδα ή/και στην ιστοσελίδα του σχολείου. Επισημαίνεται ότι, τα παιδιά χαίρονται ιδιαίτερα όταν η δουλειά τους αναγνωρίζεται και γίνεται ευρύτερα γνωστή, γεγονός το οποίο λειτουργεί σαν πρόσθετο κίνητρο για τη συνέχιση των προσπαθειών τους.

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Σημειώνεται ότι το σενάριο αυτό σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε ως διέξοδος της έντονης εσωτερικής πίεσης και ανάγκης έκφρασης αντιπολεμικής διαμαρτυρίας μετά την κήρυξη του αναισχυντου αμερικανικού πολέμου στο Ιράκ το Μάρτη του 2003. Το θέμα προτάθηκε σε μαθητές Δ', Ε', Στ' τάξης Δημοτικού στο πλαίσιο του μαθήματος Διερεύνησης και η πρόταση έγινε αποδεκτή με ενθουσιασμό εκφράζοντας την ευαισθησία των μαθητών, παιδιών ήδη ευαισθητοποιημένων από το οικογενειακό, σχολικό και ευρύτερα κοινωνικό περιβάλλον. Κατά την πορεία της διερεύνησης ήταν ολοφάνερη η καταλυτική σημασία της προσωπικής δέσμευσης, προσωπικών κινήτρων, εμπλοκής σε αυθεντικές καταστάσεις της επικαιρότητας τόσο για τον/ην εκπαιδευτικό όσο και για τους μαθητές.



Σχήμα 2: Παραδείγματα στιγμιότυπων Μικρόκοσμων Logo στο περιβάλλον του Microworlds Pro από εργασίες παιδιών με θέμα «Το Σήμα της Ειρήνης».

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην προσπάθεια αναβάθμισης της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας και αποτελεσματικής ένταξης των ΤΠΕ στη σχολική τάξη προβάλλει επιτακτική η ανάγκη ουσιαστικής, μακράς διάρκειας επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών και υποστήριξης του εκπαιδευτικού έργου με συγκεκριμένες προτάσεις εφαρμογής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων εστιασμένων στην παιδαγωγική αξιοποίηση υπολογιστικών εργαλείων. Σεμινάρια μικρής διάρκειας, εντατικά ή/και ενημερωτικού τύπου

αποτελούν μόνο ένα πρώτο βήμα για το ταξίδι στην Ιθάκη και συμβάλουν ελάχιστα στην επίτευξη του τελικού στόχου.

Κάθε προσπάθεια εισαγωγής και αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση θα πρέπει να συνοδεύεται από μια έντονα κριτική στάση και μια στέρεα θεμελιωμένη παιδαγωγική αντίληψη για το ρόλο που καλούνται να διαδραματίσουν τα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας ως απάντηση στις υψηλές και ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις που καταγιρίζουν εκπαιδευτικούς, μαθητές και γονείς.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τους μαθητές μου, τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς και τους δασκάλους μου για την πολύτιμη εμπειρία της συνάντησης και της γόνιμης ανταλλαγής σκέψεων, ιδεών και απόψεων, θέσεων και αντιθέσεων όταν κάποια στιγμή στο χωρόχρονο οι δρόμοι μας διασταυρώθηκαν.

Η εργασία αυτή αφιερώνεται στη Μπέσσυ Αλιβιζάτου, στη φίλη, δασκάλα, ερευνήτρια και εμπνευσμένο πρωτοπόρο στην πορεία ένταξης και παιδαγωγικής αξιοποίησης των ΤΠΕ στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bruner, J. (1987), Making sense. Methuen
2. Γλέζου, Κ. (2002), Σχεδίαση και Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Σεναρίων και Δραστηριοτήτων Αξιοποιώντας Logo-like Περιβάλλον στο Δημοτικό Σχολείο, Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή (Ρόδος, Σεπτέμβριος 2002), με θέμα: Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση, 333-338
3. diSessa, A. (1995), Epistemology and Systems Design, In diSessa, A. - Hoyles C., Computers and Exploratory Learning, Springer Verlag, 15-29
4. Harel, I., Papert, S. (1991), Constructionism: Research Reports & Essays, 1985-1990 by the Epistemology & Learning Research Group. Norwood: Ablex Publishing Corporation, US
5. Hoyles, C. (1992), Illuminations and Reflections – Teachers, Methodologies and Mathematics, Proceedings of the 16th Conference: The Psychology of Mathematics Education, New Hampshire, 3, 263-283
6. Hoyles, C. (1995), Exploratory Software, Exploratory Cultures?, στο A. diSessa - C. Hoyles, Computers and Exploratory Learning, Springer Verlag, 199-219
7. Κυνηγός, Χ. (1995), Η ευκαιρία που δεν πρέπει να χαθεί: Η Υπολογιστική Τεχνολογία ως Εργαλείο Έκφρασης και Διερεύνησης στη Γενική Παιδεία, στο συλλογικό έργο, (επιμ. εκδ.) Α.Μ. Καζαμίας και Μ. Κασσωτάκης, Ελληνική Εκπαίδευση: Προοπτικές ανασυγκρότησης και εκσυγχρονισμού, Σείριος, Αθήνα
8. Noss, R. (1995), Computers as Commodities, In diSessa, A. - Hoyles C., Computers and Exploratory Learning, Springer Verlag, 363-381
9. Papert, S., (1991), Νοητικές θύελλες, (μτφ. Α. Σταματίου), Εκδ. Οδυσσεύς, Αθήνα
10. Piaget, J. (1979), Ψυχολογία και Παιδαγωγική, (μτφ. Βερβερίδης, Α.), Νέα Σύνορα
11. Vergnaud, G. (1987), About Constructivism, Proceedings of the Eleventh International Conference for the Psychology of Mathematics Education, 42-55