

Χρήση ρομποτικής στη διδασκαλία δομών προγραμματισμού: «Εύκολο παρκάρισμα»

<i>Χάρος Σταύρος</i> <i>Πληροφορικός</i> stcharos@yahoo.gr	<i>Τρακαντζίδης Ιωάννης</i> <i>Ηλεκτρολόγος,</i> <i>1ο ΕΠΑΛ Χαλκίδας</i> jtrakgr@yahoo.gr
---	--

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστεί η συνθετική εργασία «Εύκολο παρκάρισμα», που αναπτύχθηκε με τη βοήθεια του συστήματος εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms NXT, με σκοπό να αξιοποιηθεί στη διδασκαλία της ενότητας του δομημένου προγραμματισμού της Γ' Λυκείου στο μάθημα «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματιστικό περιβάλλον».

Ο σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι οι μαθητές να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα όχημα- ρομπότ το οποίο κινείται και παρκάρει μόνο του. Αναλυτικότερα το όχημα - ρομπότ κινείται σε συγκεκριμένο χώρο στάθμευσης οχημάτων και αναζητά θέση στάθμευσης. Μόλις εντοπίσει κενό χώρο ελέγχει αν αυτός είναι επαρκής και εκτελώντας αυτόματα κάποιες συγκεκριμένες κινήσεις παρκάρει με ακρίβεια.

Η υλοποίηση αυτής της συνθετικής εργασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο Πληροφορικής του σχολείου και έχει προβλεφθεί να διαρκέσει 14 διδακτικές ώρες. Μέσα από τη συμμετοχή τους σε αυτήν την εργασία οι μαθητές θα γνωρίσουν τη λειτουργία του συστήματος ρομποτικής Lego Mindstorms NXT και θα κατανοήσουν βασικές έννοιες δομημένου προγραμματισμού όπως: εντολές επιλογής, εντολές επανάληψης και εμφωλευμένες εντολές οι οποίες υπεισέρχονται στην αυτοματοποίηση διαδικασιών με χρήση ενός προγραμματιστικού περιβάλλοντος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: συστήματος εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms NXT, δομημένος προγραμματισμός, διερευνητική μάθηση, συνθετική εργασία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για διερευνητική μάθηση όπου ο μαθητής μπαίνει στη διαδικασία να ανακαλύψει ο ίδιος τις σχέσεις που συνδέουν ή απορρέουν από το φαινόμενο που κάθε φορά καλείται να μελετήσει. Σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες που έχουν ασχοληθεί με την εκπαίδευση η παιδαγωγική αξία μιας τέτοιας διερευνητικής διαδικασίας είναι υψηλή και πολλές φορές αναντικατάστατη καθώς ενεργοποιεί γνωστικούς –μαθησιακούς μηχανισμούς των μαθητών τόσο αποτελεσματικών ώστε να τους οδηγούν σε ένα βαθύτερο επίπεδο κατανόησης και αφομοίωσης των γνώσεων, όπως επίσης τους βοηθούν να αναπτύξουν δεξιότητες κάτι το οποίο είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί με παραδοσιακές διδακτικές μεθοδολογίες (Dewie, Papert κ.α.).

Στη διδασκαλία με τη βοήθεια του λογισμικού Lego Mindstorms δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να διαπιστώσουν πως λειτουργεί το ρομπότ NXT, να αλληλεπιδράσουν μ' αυτό και να ελέγξουν τα αποτελέσματα των δεδομένων που εισάγουν σ' αυτό. Ξεφεύγοντας δηλαδή από την απλή μετάδοση της γνώσης γίνεται μια αναγωγή σε όσο το δυνατόν πιο «πραγματικές» καταστάσεις στη χρήση δομών προγραμματισμού.

Πέρα όμως από τη συμβολή των υπολογιστικών εργαλείων στη διαφορετική προσέγγιση της γνώσης χρειάζεται προσοχή ώστε η υπολογιστική τεχνολογία να μη

συμβάλλει στην αύξηση των ανισοτήτων, στη δημιουργία μιας ελίτ μορφωμένων τεχνοκρατών και μιας μάζας παθητικών εκτελεστών, κάτι που μπορεί να γίνει αν χρησιμοποιηθούν επιλεκτικά εφαρμογές καθοδηγητικές που δεν επιτρέπουν τη μαθησιακή εξέλιξη (Κυνηγός, 1995).

Στη συνέχεια της εργασίας αυτής αναφέρονται κάποιες ιδιαιτερότητες που συνεπάγεται η διδασκαλία δομών προγραμματισμού με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού ρομποτικής, παρουσιάζονται οι στόχοι της συνθετικής εργασίας «Εύκολο παρκάρισμα», η προτεινόμενη πορεία διδασκαλίας καθώς και προτάσεις επέκτασης της δραστηριότητας.

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Με το εκπαιδευτικό λογισμικό Lego Mindstorms επιδιώκεται η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι ΤΠΕ (διασύνδεση της πληροφορίας, πολλαπλή αναπαράσταση της πληροφορίας, διερεύνηση, πειραματισμός, κ.λπ.) για τη δημιουργία ενός πλούσιου, ελκυστικού και προκλητικού μαθησιακού περιβάλλοντος που θα ευνοεί τη διερευνητική, την ενεργητική και τη δημιουργική μάθηση. Επιδιώκεται δηλαδή, το εκπαιδευτικό λογισμικό να αποτελέσει ένα επιπλέον μέσο για την επίτευξη των στόχων που θέτουν τα προγράμματα σπουδών και για την ποιοτική βελτίωση της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης.

Η τεχνολογία μπορεί να παίζει το ρόλο του καταλύτη για τη δημιουργία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, όπου ο μαθητής θα έχει το ρόλο του μικρού επιστήμονα (Papert 1994). Οι ιδιαιτερότητες που διέπουν τη γνωστική περιοχή του δομημένου προγραμματισμού έχουν να κάνουν με την άμεση και απτή ανταπόκριση όσων γράφουν-προγραμματίζουν οι μαθητές. Στο σενάριο που παρουσιάζεται, με τη χρήση του ρομπότ, καθίσταται άμεσα ορατό και «χειροπιαστό» το αποτέλεσμα όσων προγραμματίζουν μιας και οι δομές των εντολών θα μετατραπούν σε κινήσεις του οχήματος ρομπότ. Μέσα από την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού αλλά και τη συνεργασία των μαθητών θα προκύψει μια συγκεκριμένη προγραμματιστική διαδικασία που θα οδηγήσει το όχημα ρομπότ σε ασφαλή στάθμευση. Επιπρόσθετα σε αυτό το σενάριο δίνεται βαρύτητα στη χρήση παραδειγμάτων και αντιπαραδειγμάτων. Στόχος είναι οι μαθητές να διακρίνουν τις λανθασμένες από τις σωστές κινήσεις. Παρατηρώντας τη λανθασμένη και σωστή μεθοδολογία και το αντίστοιχο αποτέλεσμα, να βγάζουν τα δικά τους συμπεράσματα και να καταλήγουν σε ένα γενικό κανόνα.

Η ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «ΕΥΚΟΛΟ ΠΑΡΚΑΡΙΣΜΑ»

Σε αυτήν την εργασία οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα όχημα –ρομπότ το οποίο προσομοιώνει τη διαδικασία του παρκάρισματος. Μέσα από την υλοποίηση αυτής της εργασίας οι μαθητές εισάγονται με έναν ισχυρά διαδραστικό τρόπο στις προγραμματιστικές έννοιες του δομημένου προγραμματισμού οι οποίες αποτελούν μέρος του αναλυτικού προγράμματος του μαθήματος «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματιστικό περιβάλλον» της Γ' Λυκείου.

Οι στόχοι οι οποίοι επιτυγχάνονται μέσα από την υλοποίηση αυτής της συνθετικής εργασίας είναι:

Α. Ως προς το γνωστικό αντικείμενο (Πληροφορική):

- Να σχηματίζουν απλές και σύνθετες λογικές εκφράσεις.
- Να κατανοήσουν την έννοια των βασικών δομών προγραμματισμού.
- Να διατυπώνουν τις μορφές της εντολής ελέγχου (επιλογής) ΑΝ.
- Να διατυπώνουν εντολές επανάληψης.

- Να επιλέγουν και να συντάσσουν κατάλληλα προγράμματα τα οποία χρησιμοποιούν τις δομές επιλογής και επανάληψης.
- B. Ως προς τη χρήση των νέων τεχνολογιών:
- Να εμπλακούν και να πειραματιστούν με διαδικασίες προγραμματισμού.
 - Να προγραμματίσουν ένα όχημα-ρομπότ με το λογισμικό Lego Mindstorms.
 - Να προσομοιώσουν ένα πραγματικό πρόβλημα (παρκάρισμα) στον υπολογιστή με τη βοήθεια πραγματικών δεδομένων.
- Γ. Ως προς τη μαθησιακή διαδικασία:
- Να συνεργαστούν, να δουλέψουν ομαδικά και να εξασκηθούν στο διάλογο και την επιχειρηματολογία με στόχο την ολοκλήρωση της εργασίας τους
 - Να πειραματισθούν, να αξιολογήσουν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα επιλέγοντας την κατάλληλη λύση του προβλήματος που μελετούν.
 - Να οργανώσουν την εργασία τους αυτόνομα και να προτείνουν λύσεις.

Ο προβλεπόμενος αριθμός μαθητών που μπορούν να συμμετάσχουν είναι 18 μαθητές οι οποίοι μπορούν να εργαστούν σε 6 ομάδες των 3 ατόμων. Θεωρούμε ότι οι μαθητές έχουν ήδη εξοικειωθεί με τη κατασκευή απλών ρομποτικών κατασκευών με την χρήση του συστήματος Lego Mindstorms NXT. Θεωρούμε επίσης ότι έχουν βασικές γνώσεις χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά οργάνωσης της τάξης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, η υλοποίηση της εφαρμογής αυτής προβλέπεται να γίνει στο εργαστήριο της Πληροφορικής και ο απαιτούμενος εξοπλισμός για την υλοποίηση της είναι 6 ηλεκτρονικοί υπολογιστές και 6 πακέτα Lego Mindstorms NXT. Η οργάνωση του χώρου προβλέπει τη διάταξη των μηχανημάτων περιμετρικά της αίθουσας έτσι ώστε στο κέντρο να υπάρξει χώρος πειραματισμών των οχημάτων ρομπότ. Στα απαραίτητα υλικά θα ήταν σκόπιμο να συμπεριληφθεί και μια μακέτα κίνησης καθώς και κάποια εμπόδια τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στον πειραματισμό.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Η διδακτική διαδικασία έχει οργανωθεί σε 4 φάσεις και προβλέπεται να ολοκληρωθεί σε 14 διδακτικές ώρες οι οποίες κατανέμονται ως εξής:

Φάσεις	Διάρκεια
A' Φάση: Κατασκευή του οχήματος ρομπότ και εξοικείωση με το προγραμματιστικό περιβάλλον	4 ώρες
B' Φάση: Προσομοίωση του εύκολου παρκάρισματος (πειραματισμός, διερεύνηση, σύνθεση)	6 ώρες
Γ' Φάση: Παρουσίαση και αξιολόγηση εργασιών μαθητών	2 ώρες
Δ' Φάση: Συζήτηση για τη δραστηριότητα, δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές προτάσεις επέκτασης.	2 ώρες

Πίνακας 1: Φάσεις του σεναρίου και διάρκεια

Η περιγραφή των φάσεων που ακολουθεί είναι ενδεικτική της πορείας που μπορεί να ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός:

A' Φάση: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των 3 ατόμων στη συναρμολόγηση ενός οχήματος-ρομπότ. Για να εξασφαλιστεί η στήριξη και ενεργός συμμετοχή όλων των μαθητών, ακόμα και αυτών που συνήθως παραμένουν ανενεργοί, συνιστάται η δημιουργία ανομοιογενών ομάδων με επιλογή των μαθητών από τον εκπαιδευτικό. Προβλέπεται οι

μαθητές που θα απαρτίζουν την κάθε ομάδα να έχουν διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο μεταξύ τους, γεγονός το οποίο θα κάνει πιο ενεργό τη συμμετοχή κάθε ενός από αυτούς.

Στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα όχημα - ρομπότ το οποίο μπορεί να κινείται μπρος, πίσω, να στρίβει δεξιά και αριστερά. Αν κάποιες από τις ομάδες δεν μπορούν να προτείνουν μία σταθερή κατασκευή, ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει γραπτές οδηγίες ώστε να συνθέσουν ένα συγκεκριμένο μοντέλο οχήματος ρομπότ.



Εικόνα 1 Το όχημα ρομπότ

Μετά την κατασκευή του οχήματος-ρομπότ οι μαθητές εισάγονται στο προγραμματιστικό περιβάλλον. Οι βασικές λειτουργίες του λογισμικού μπορούν να παρουσιαστούν σύντομα από τον εκπαιδευτικό με τη βοήθεια ενός βιντεοπροβολέα με εικόνες από το λογισμικό και να δοθούν και σε έντυπη μορφή.

Τέλος σε αυτήν τη φάση, το ζητούμενο είναι να μελετήσουν οι μαθητές απλές προγραμματιστικές διαδικασίες όπως η κίνηση του οχήματος- ρομπότ μπροστά και πίσω η στροφή δεξιά και αριστερά. Η εξοικείωση των μαθητών με αυτές τις λειτουργίες μπορεί να γίνει με τη βοήθεια κατάλληλου φύλλου εργασίας.

Β΄ Φάση: Σε αυτή τη φάση παρουσιάζουμε στους μαθητές τη συμπεριφορά του οχήματος- ρομπότ την οποία θέλουμε να προσομοιώσουμε και τη μακέτα του χώρου στον οποίο μπορούν να πειραματιστούν. Η διατύπωση της συμπεριφορά είναι η ακόλουθη:

«Το όχημα - ρομπότ κινείται σε συγκεκριμένο χώρο στάθμευσης οχημάτων όπου και αναζητά θέση πάρκινγκ στα δεξιά του. Όταν την ανακαλύψει, αφού ελέγξει ότι χωράει στο πλάτος, παρκάρει πραγματοποιώντας οπισθογόνια, χωρίς να ακουμπήσει.»

Από την περιγραφή της συμπεριφοράς γίνεται σαφές –από προγραμματιστικής πλευράς- ότι χρειάζεται κάποιος τρόπος ελέγχου του οχήματος. Μία προτεινόμενη λύση είναι η ακόλουθη: Με τη βοήθεια ενός αισθητήρα υπερήχων στη δεξιά πλευρά του οχήματος ελέγχεται η απόσταση του από το κοντινότερο εμπόδιο. Αν αυτή είναι μικρή (μικρότερη δηλαδή από το μήκος του οχήματος) το όχημα συνεχίζει να κινείται εμπρός. Όταν αντιληφθεί ότι η απόσταση γίνεται πολύ μεγαλύτερη (μεγαλώνει το βάθος στα δεξιά του οχήματος) τότε προχωράει τόσο όσο του χρειάζεται για να χωράει στο πλάτος. Σε αυτό το σημείο ελέγχει ξανά αν υπάρχει ακόμα η ίδια απόσταση στα δεξιά. Σε περίπτωση που υπάρχει, ξεκινάει η διαδικασία στάθμευσης. Μια ακόμα λειτουργία που πρέπει να εκτελέσει το όχημα ρομπότ είναι να σταματήσει καθώς κινείται με την όπισθεν. Αυτό γίνεται εφικτό με τη χρήση ενός δεύτερου αισθητήρα υπερήχων στο πίσω μέρος του οχήματος ο οποίος ελέγχει την απόσταση από τον υποτιθέμενο τοίχο.

Ωστόσο κάθε ομάδα ανεξάρτητα μελετά το πρόβλημα, το αναλύει σε επιμέρους ερωτήματα, καταγράφει τους πιθανούς τρόπους λύσης και προχωρά στην τροποποίησης της κατασκευής και στον προγραμματισμό της. Στη διάρκεια αυτής της φάσης οι μαθητές πειραματίζονται δοκιμάζουν τις ιδέες τους και ενθαρρύνονται να δώσουν τη δική τους λύση. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές με κατάλληλα ερωτήματα και τους βοηθά να συνεχίσουν την αναζήτηση τους μέχρι να καταλήξουν σε μια ικανοποιητική λύση.

Γ΄ Φάση: Στη φάση αυτή γίνεται η παρουσίαση των εργασιών των ομάδων. Στην παρουσίαση καλό θα είναι να γίνει επίδειξη της λειτουργίας του κάθε οχήματος -ρομπότ, του προγράμματος που αυτό εκτελεί καθώς και του τρόπου που εργάστηκε κάθε ομάδα.

www.e-diktyo.eu

www.epyna.gr

Σχόλια πάνω στη δουλειά κάθε ομάδας μπορεί να εκφραστούν από τον εκπαιδευτικό ή τους υπόλοιπους μαθητές. Στη συνέχεια μπορεί να ακολουθήσει συζήτηση κατά την οποία ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές να εκφράσουν τις εντυπώσεις και τις απόψεις τους από το συγκεκριμένο τρόπο εργασίας (διαδικασίες που τους διευκόλυναν στην απόκτηση ή εδραίωση της γνώσης, κλπ.).

Δ΄ Φάση: Σε αυτή τη φάση γίνεται προσπάθεια αναστοχασμού για όλη τη δραστηριότητα, τα επιμέρους στοιχεία και αποτελέσματα της, ώστε οι μαθητές να επεξεργαστούν και να ενοποιήσουν τόσο τις εμπειρίες τους σχετικά με τη διερευνητική διαδικασία όσο και τα συμπεράσματα και τους κανόνες στους οποίους κατέληξαν. Συγκεκριμένα ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές στις ομάδες να καταγράψουν τρεις σημαντικές δυσκολίες που αντιμετώπισαν και τον τρόπο που τις ξεπέρασαν. Οι καταγραφές των ομάδων παρουσιάζονται στην ολομέλεια. Στην συνέχεια ζητά από όλους να καταθέσουν τις εμπειρίες τους από την συνεργασία που ανέπτυξαν ως ομάδα. Τέλος ζητά από καθένα ατομικά να καταγράψει δυο σημαντικά στοιχεία που αποκόμισε από αυτήν την εμπειρία.

ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Η συνθετική εργασία που παρουσιάστηκε στοχεύει στη δημιουργία ενός διερευνητικού περιβάλλοντος μάθησης. Ο μαθητής μέσα από τον πειραματισμό και την αλληλεπίδραση των παραμέτρων του λογισμικού και της συμπεριφοράς του οχήματος-ρομπότ κατασκευάζουν ερμηνείες και αποκτούν νέα γνώση. Η γνώση αυτή δεν παρέχεται έτοιμη από τον εκπαιδευτικό ή από τον υπολογιστή, αλλά οικοδομείται μέσω του πειραματισμού, της διατύπωσης υποθέσεων, του ελέγχου αυτών από τους ίδιους τους μαθητές και την αξιοποίηση του λάθους. Αυτές οι δράσεις οδηγούν το μαθητή, όχι μόνο στην κατανόηση των εννοιών αλλά και στην αφομοίωσή τους, στην αξιοποίησή τους και στη καλύτερη δυνατότητα χρήσης των δυνατοτήτων του λογισμικού.

Τα παραπάνω συμφωνούν με την άποψη του Papert (1994) ότι το ζητούμενο από την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση δεν μπορεί να εξαντλείται ούτε στον εξοπλισμό των μαθητών με ορισμένες υπολογιστικές δεξιότητες, ούτε σε μια επιφανειακή βελτίωση της διδακτικής πράξης με την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του υπολογιστή για αύξηση του όγκου και την ελκυστικότερη παρουσίαση των παρεχόμενων πληροφοριών αλλά θα πρέπει να εστιάζεται στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών για εναλλακτικές μορφές έκφρασης, διερεύνησης, οικοδόμησης και προσέγγισης της γνώσης.

Απαραίτητη προϋπόθεση όμως των παραπάνω είναι να υπάρχουν δράσεις συνεχούς υποστήριξης και ενημέρωσης των εκπαιδευτικών για νέες καινοτόμες εκπαιδευτικές εφαρμογές, υποδειγματικές δραστηριότητες και διδακτικές προσεγγίσεις. Οι παραπάνω δράσεις οφείλουν να συνδυαστούν και με ανάλογη ενημέρωση και ανανέωση της υλικοτεχνική υποδομή των σχολείων η οποία μπορεί να γίνεται είτε κεντρικά με τρόπους παρόμοιους με αυτούς που διατίθενται τα υπόλοιπα μέσα (βιβλία, υλικό βίντεο, πειραματικές συσκευές, κλπ) είτε ανά σχολική μονάδα ξεχωριστά ανάλογα με τις ανάγκες. (Δημητρακοπούλου 1999).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε από τους Σταύρο Χάρο, Ιωάννη Τρακαντζίδη και Λουίζα Παπασυμεών στα πλαίσια του πιλοτικού σεμιναρίου επιμόρφωσης του Ευρωπαϊκού έργου 'Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods – (TERECOP)' με την οικονομική υποστήριξη του

www.e-diktyo.eu

www.epyna.gr

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Papert, S. (1994), Νοητικές θύελλες, Παιδιά, Η/Υ & Δυναμικές Ιδέες, Αθήνα: εκδ. Οδυσσέας
2. Γιαννούτσου, Ν. (2007), Σημειώσεις μαθήματος: «Υπολογιστική Τεχνολογία και Μαθησιακή Διαδικασία»
3. Δημητρακοπούλου, Α. (1999), Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των φυσικών επιστημών: Τι προσφέρουν και πως τις αξιοποιούμε; Επιθεώρηση Φυσικής, 3η Περίοδος, Vol3, Η, No 30, Άνοιξη 1999, σελ.48-58
4. Κυνηγός, Χ. (1995), Η ευκαιρία που δεν πρέπει να χαθεί: Η υπολογιστική τεχνολογία ως μέσο έκφρασης και διερεύνησης στη Γενική Παιδεία. Στο Καζαμιάς Α. Μ. & Κασσωτάκης Μ. (Επιμ.), Προοπτικές για μια Καινούργια Πολιτική στην Ελληνική Εκπαίδευση, Αθήνα: εκδ. Σείριος, σελ. 396-416
5. Κυνηγός, Χρ. (2006), Το μάθημα της διερεύνησης – Παιδαγωγική αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών για τη διδακτική των μαθηματικών Αθήνα: εκδ. Ελληνικά Γράμματα
6. Ματσαγγούρας, Η. (1998), Στρατηγικές διδασκαλίας, Αθήνα: εκδ. Gutenberg
7. Παπανικολάου Κ., Φράγκου Σ., Αλιμήσης Δ., (2007), Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών Κατασκευών:Το Έργο TERECOP, 4ο Συνέδριο ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, Σύρος 4-6 Μαΐου 2007 β τόμος σελ. 604-612