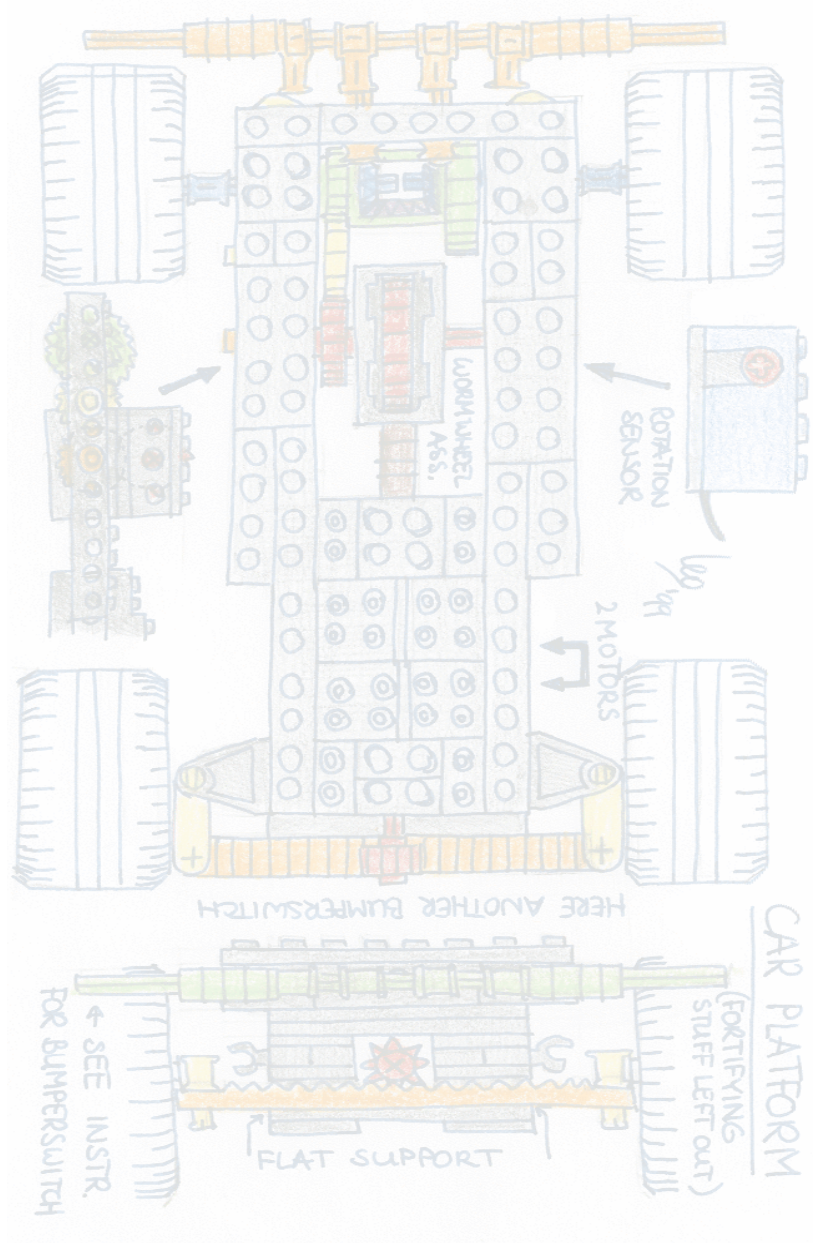


ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ LEGO MINDSTORMS NXT



ΤΟΜΟΣ Α - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

Γενική Θεώρηση και Διδακτική Μεθοδολογία

Εισαγωγή

Ως έναυσμα για την εργασία αυτήν υπήρξε η προσωπική παρατήρηση για τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη διδασκαλία του μαθήματος του προγραμματισμού στην Γ΄ τάξη του Γυμνασίου και ιδιαίτερα οι δυσκολίες που συναντάνε οι μαθητές κατά την εκπαιδευτική διαδικασία της απόκτηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων όσον αφορά στον προγραμματισμό.

Η ρομποτική μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρήση της ρομποτικής για εκπαιδευτικούς σκοπούς δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να δημιουργήσουν καταρχήν μία μηχανική κατασκευή και στη συνέχεια μέσω ενός απλού και φιλικού προγραμματιστικού περιβάλλοντος να την προμηθεύσουν με τις κατάλληλες οδηγίες και με αυτό τον τρόπο να δώσουν λύση σε ένα ρεαλιστικό πρόβλημα. Η εκπαιδευτική ρομποτική παρέχει ένα καινοτόμο περιβάλλον το οποίο εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στην αναζήτηση λύσεων σε πραγματικά προβλήματα, ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο τη διερευνητική τους στάση καθώς τους επιτρέπει να πειραματιστούν και μέσα από διάφορες δοκιμές να οδηγηθούν αβίαστα στο τελικό αποτέλεσμα.

Με την εισαγωγή και αξιοποίηση των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση οι μαθητές καλούνται να εργαστούν πάνω σε ένα ρεαλιστικό **σχέδιο εργασίας** (project). Το θεωρητικό πλαίσιο στην όλη διαδικασία που ακολουθείται από τους μαθητές στηρίζεται στον **εποικοδομισμό** και ιδιαίτερα οι αρχές του **κατασκευαστικού εποικοδομισμού**.

Για την υλοποίηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής έχει διαπιστωθεί ότι ένα πολύ βολικό εργαλείο αποτελεί το πακέτο **Mindstorms NXT Education**. Το πακέτο αυτό περιλαμβάνει ένα μεγάλο πλήθος από δομικά στοιχεία, με τα οποία οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να συνθέσουν μία μηχανική κατασκευή στηριζόμενοι στην γνώση και την εμπειρία που έχουν αποκομίσει από το φυσικό τους περιβάλλον αλλά και να την επεκτείνουν με εφόδιο την φαντασία που διαθέτουν. Επίσης διαθέτει και ένα φιλικό και εύχρηστο γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού, με το οποίο οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να δώσουν ζωή στο δημιούργημα τους.

Στο πλαίσιο μιας εποικοδομιστικής προσέγγισης στη μάθηση του προγραμματισμού, δεν πρέπει να επικεντρωθούμε στη διδασκαλία των εννοιών του προγραμματισμού, αλλά πρέπει να βοηθήσουμε τους μαθητές να οικοδομήσουν τα απαραίτητα νοητικά πλαίσια για να αποκτήσουν από μόνοι τους προγραμματιστικές δεξιότητες (Κόμης, 2005).

Σύμφωνα με τους Κόμη Β. και Τσοβόλα Σπ. (Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών. Μια μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού, 2008), ο προγραμματισμός αποτελεί μια δεξιότητα, με την οποία δεν μπορεί να συγκριθεί καμιά άλλη γνωστική δεξιότητα. Η δεξιότητα αυτή έχει σαφή παιδαγωγική διάσταση κυρίως όσον αφορά τις διαδικασίες ανάλυσης προβλημάτων ή καταστάσεων, που προηγούνται της συγγραφής του προγράμματος, και συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην απόκτηση μεθόδων στρατηγικής και στην ανάπτυξη της λογικής σκέψης. Πρόκειται λοιπόν για μια νοητική δεξιότητα υψηλού επιπέδου που εντάσσεται στη μεγάλη κατηγορία έργων που οι ψυχολόγοι ονομάζουν επίλυση προβλημάτων.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική ρομποτική, κατασκευαστικός εποικοδομισμός, επίλυση προβλημάτων, *Lego Mindstorms NXT Education*, φυσικά μηχανικά μοντέλα, *NXT-G*, οπτικός προγραμματισμός, δομή ελέγχου, δομή επανάληψη.

Για περισσότερες πληροφορίες για την θεωρία του εποικοδομισμού και του κατασκευαστικού εποικοδομισμού, ανατρέξτε στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.

Δυσκολίες στη διδασκαλία του προγραμματισμού

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Πληροφορικής, η εισαγωγή στον προγραμματισμό έχει ως αντικειμενικούς στόχους την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων όσο αφορά στην κατανόηση ενός προβλήματος, το σχεδιασμό αλγορίθμων, την εκμάθηση των τεχνικών προγραμματισμού, την υλοποίηση και τον έλεγχο του προγράμματος.

Τόσο από προσωπική εμπειρία αλλά και από βιβλιογραφική έρευνα προκύπτει ότι τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού είναι πολλές φορές απογοητευτικά τόσο για τους μαθητές όσο και για τον ίδιο τον καθηγητή. Όπως αναφέρεται και από τους Καγκάνη Κ, Δαγδιλέλη Β., Σατρατζέμη Μ. και Ευαγγελίδη Γ. (Μία μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Β/θμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, 2005) ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στον οποίο έχει διαπιστωθεί ότι οφείλονται οι δυσκολίες κατά την εκμάθηση του προγραμματισμού είναι η παραδοσιακή προσέγγιση της διδασκαλίας των αρχών του προγραμματισμού : οι μαθητές διδάσκονται μια γλώσσα γενικού σκοπού (Pascal, Basic, C κλπ) σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού το οποίο είναι προσανατολισμένο στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων που περιλαμβάνει την επεξεργασία μιας σειράς αριθμών και συμβόλων, γεγονός που απέχει από τις πραγματικές διδακτικές ανάγκες των μαθητών (Ξυνόγαλος κ.α. 2000).

Οι εμπορικές γλώσσες προγραμματισμού περιλαμβάνουν ένα μεγάλο λεξιλόγιο από εντολές, το οποίο πρέπει να χρησιμοποιηθεί ακολουθώντας ένα ιδιαίτερο συντακτικό, γεγονός που προσανατολίζει λανθασμένα τους μαθητές κατά τη χρήση μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, να ασχολούνται περισσότερο με τις τεχνικές λεπτομέρειες της γλώσσα αυτής, παρά να τη χρησιμοποιούν ως μέσο για να αναπτύξουν τη λογική σκέψη και να αποκτήσουν τις δεξιότητες της στρατηγικής που απαιτείται από το πρόβλημα για να οδηγηθούν στην επίλυση του.

Με την προσέγγιση αυτή οι μαθητές δυσκολεύονται να εμπεδώσουν τις καινούριες έννοιες. Τα προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν οι μαθητές είναι μαθηματικού τύπου και απαιτούν από αυτούς να προχωρήσουν μηχανικά στην εκτέλεση μίας σειράς μαθηματικών υπολογισμών και στην εμφάνιση του τελικού

αποτελέσματος. Επιπλέον τα προβλήματα αυτά είναι ξένα με τα προβλήματα που έχουν βιώσει οι μαθητές στην καθημερινότητα τους. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η δημιουργία φραγμών που περιορίζουν την αντίληψη των μαθητών στην ανάλυση του προβλήματος και το σχεδιασμό της επίλυσης του. Έτσι οι μαθητές δίνουν περισσότερη βαρύτητα στην εκμάθηση της ίδιας της γλώσσας, παρά στη μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων, και ασχολούνται με προβλήματα που δεν τους φαίνονται ενδιαφέροντα (Δαγδιλέλης, 1986).

Οι Ματάνας κ.α. (2005) επεκτείνουν το πρόβλημα στην διδασκαλία του προγραμματισμού αναφέροντας ότι ακόμα και όταν οι μαθητές κατανοήσουν τα βήματα που πρέπει να γίνουν για την επίλυση του προβλήματος στη φυσική γλώσσα, δυσκολεύονται στη μεταφορά του αλγορίθμου αυτού στην αυστηρή σύνταξη και δομή μίας γλώσσας προγραμματισμού.

Μία από τις δυσκολίες, επίσης, που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όταν καλούνται να επιλύσουν ένα πρόβλημα προγραμματισμού, είναι οι αναπαραστάσεις που απαιτείται να οικοδομήσουν κατά την διάρκεια της επίλυσής του (Κόμης, 2005α). Οι Ατματζίδου Σ., Μαρκέλης Η. και Δημητριάδης Σ. (Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο. Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης, 2008) σημειώνουν ότι τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα στα οποία δεν παρέχεται η δυνατότητα προγραμματισμού με οπτικό τρόπο οι μαθητές κατανοούν δύσκολα τον τρόπο με τον οποίο εκτελείται ένα πρόγραμμα και τη διαδικασία με την οποία συντελείται η είσοδος και η έξοδος των δεδομένων.

Ένα ιδιαίτερο κεφάλαιο στο σύνολο των προβλημάτων που προκύπτουν κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού έχει να κάνει με τις δυσκολίες στην διδασκαλία των **δομών επιλογής και επανάληψης**. Μία συστηματική απαρίθμηση για τις συγκεκριμένες δυσκολίες μπορούμε να συναντήσουμε στη μελέτη περίπτωσης των Χαρίση Χ. και Μικρόπουλο Τ. Α (Ρομποτική, Οπτικός Προγραμματισμός και Βασικές Προγραμματιστικές Δομές, 2008). Στη μελέτη αυτή διαβάζουμε ότι : Οι Τζιμογιάννης και Γεωργίου που εντοπίζουν δυσκολίες μαθητών σε δομές ελέγχου, τις δικαιολογούν στη διδασκαλία της γλώσσας προγραμματισμού καθαυτής και όχι στη μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων (1999). Ο Carlisle αναφέρει προβλήματα αρχαρίων στην κατανόηση επαναληπτικών δομών και προτείνει διαγραμματικές

αναπαραστάσεις τους για την κατανόησή τους (2000). Δυσκολίες που αφορούν στις επαναληπτικές δομές αναφέρονται σε μαθητές Γ' Λυκείου και εντοπίζονται στον καθορισμό των συνθηκών ελέγχου, στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των επαναληπτικών δομών και στην αναγνώριση αρχικής τιμής (Γρηγοριάδου κ.ά., 2004). Παρόμοιου τύπου δυσκολίες αναφέρονται και δικαιολογούνται στη δυσκολία χειρισμού μεταβλητών (Sajaniemi & Kuittinen, 2005).

Αντιμετώπιση των δυσκολιών στη διδασκαλία του προγραμματισμού

Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών στη διδασκαλία του προγραμματισμού έχουν κατά καιρούς προταθεί μία σειρά από εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας. Μία συστηματική απαρίθμηση των προτάσεων αυτών μπορούμε να συναντήσουμε και πάλι στη μελέτη περίπτωσης των Χαρίση Χ. και Μικρόπουλο Τ. Α (Ρομποτική, Οπτικός Προγραμματισμός και Βασικές Προγραμματιστικές Δομές, 2008). Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται η χρήση μικρόκοσμων και μικρογλωσσών (Logo, Karel the Robot), η βελτίωση των διαγνωστικών δυνατοτήτων των μεταγλωττιστών, τα κατανοητά μηνύματα λάθους, η χρήση εικονικών γλωσσών προγραμματισμού, συστήματα δυναμικής προσομοίωσης εκτέλεσης προγραμμάτων, η χρήση τεχνικών δυναμικής προσομοίωσης εκτέλεσης αλγορίθμων, η δυναμική ηχητική προσομοίωση της εκτέλεσης προγραμμάτων (Ξυνόγαλος κ.α., 2000). Επίσης, προτείνεται η χρήση λογισμικών με οπτικοποίηση των διεργασιών, των τιμών των μεταβλητών και των δομών προγραμματισμού κατά την εκτέλεση προγραμμάτων (Κάππας κ.α., 2002; Yehezkele et al., 2007), η διδασκαλία αλγορίθμων σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης με εποπτικό μέσο διδασκαλίας τον υπολογιστή (Βογιατζάκη κ.α., 2004), η χρήση λογισμικού παρουσιάσεων (Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2005) και οι διαγραμματικές αναπαραστάσεις επαναληπτικών δομών (Carlisle, 2000).

Πολλές από τις προτάσεις αυτές, μάλιστα, εφαρμόζονται και στο νέο βιβλίο πληροφορικής της Γ' Γυμνασίου υιοθετώντας μία διαφορετική προσέγγιση διδασκαλίας από την παραδοσιακή, κάνοντας χρήση ενός εικονικού περιβάλλοντος που αποτελείται από μικρόκοσμους. Συγκεκριμένα, αξιοποιείται το λογισμικό MicroWorlds Pro, το οποίο χρησιμοποιεί την γλώσσα προγραμματισμού Logo και την επεκτείνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η δημιουργία εργασιών με πολυμέσα.

Μια διαφορετική προσέγγιση είναι αυτή που αξιοποιεί την **εκπαιδευτική ρομποτική** σε συνδυασμό με τον **οπτικό προγραμματισμό**. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής **Lego Mindstorms NXT Education**.

Το πακέτο αυτό με το πλήθος των εξαρτημάτων που διαθέτει δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να δημιουργήσουν ένα φυσικό μηχανικό μοντέλο το οποίο σε συνδυασμό με τον κατάλληλο προγραμματισμό του, μπορεί να κινείται και είναι σε θέση να ανταποκρίνεται σε μία σειρά ερεθισμάτων που θα δεχτεί από το περιβάλλον στο οποίο θα το βάλουμε να δραστηριοποιηθεί. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν ένα είδος αυτόματου μηχανισμού, δηλ ένα ρομπότ.

Θετικό στοιχείο της προσέγγισης αυτής αποτελεί το γεγονός ότι πολλοί μαθητές έχουν εξοικειωθεί με τα τουβλάκια της Lego από μικρές ηλικίες (Ringwood et al., 2005) και αποτελούν μια χαμηλού κόστους λύση (Hirst et al., 2002). Με το πακέτο ρομποτικής της Lego ενισχύονται οι βασικοί στόχοι της διδασκαλίας του προγραμματισμού (Lawhead et al., 2003).

Τα τουβλάκια Lego Mindstorms έχουν χρησιμοποιηθεί συστηματικά τα τελευταία χρόνια για την εισαγωγή αρχάριων μαθητών στην εκμάθηση του προγραμματισμού (Lego Dacta A/S, 1999; Δαγδιλέλης, Σαρτατζέμη & Καγκάνη, 2005; Beisser, 2006; Hussain, Lindh, & Shukur, 2006). Η σειρά Lego Mindstorms έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές περιπτώσεις στη διδασκαλία της τεχνολογίας και των φυσικών επιστημών από την πρωτοβάθμια ως την πανεπιστημιακή εκπαίδευση για την υποστήριξη της εποικοδομιστικής μάθησης (Resnick et al., 1996; Portsmore, 1999; Αλιμήσης κ.α., 2005; Καρατράντου κ.ά., 2006; Αλιμήσης κ.α., 2007) αλλά και στη διδασκαλία βασικών αρχών προγραμματισμού και εισαγωγικών εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών (Lawhead et al., 2002; Fagin & Merkle, 2003; Καρατράντου κ.ά., 2005; Καγκάνη κ.ά., 2005).

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα από τη χρήση των Lego Mindstorms στη διδασκαλία του προγραμματισμού αποτελεί το γεγονός ότι η εκτέλεση των προγραμμάτων που δημιουργούν οι μαθητές δεν γίνεται στον ίδιο τον υπολογιστή στον οποίο θα δημιουργήσουν το πρόγραμμα, αλλά σε μία άλλη εντελώς διαφορετική μηχανή η οποία λειτουργεί αυτόνομα και ανεξάρτητα με τον παραπάνω υπολογιστή : Όταν οι μαθητές μαθαίνουν να προγραμματίζουν με τις γλώσσες γενικού σκοπού χρησιμοποιούν τον υπολογιστή ως μηχανή για να αναπτύξουν το πρόγραμμά τους και ταυτόχρονα χρησιμοποιούν την ίδια μηχανή για να εκτελέσει το πρόγραμμα ώστε να ελέγξουν την συμπεριφορά του ίδιου του υπολογιστή. Προγραμματίζοντας όμως τα Lego Mindstorms, χρησιμοποιείται ο υπολογιστής για την ανάπτυξη του προγράμματος, αλλά η εκτέλεση του πραγματοποιείται από μια άλλη μηχανή - τον μικρουπολογιστή NXT - που ελέγχει με τη σειρά του τη συμπεριφορά του ρομπότ.

Όπως σημειώνουν οι Νικολός Δ., Καρατράντου Α. και Παναγιωτακόπουλος Χ (Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού, 2006) τα Lego Mindstorms αλλάζουν ριζικά τη λογική διδασκαλίας του προγραμματισμού αφού οι μαθητές δεν επικεντρώνονται πλέον σε μία σειρά υπολογισμών αλλά ο σκοπός τους είναι να αποδώσουν μία συγκεκριμένη συμπεριφορά σε μία ρομποτική κατασκευή ώστε αυτή να μπορέσει να αλληλεπιδρά με τον ενδεδειγμένο τρόπο με το άμεσο φυσικό περιβάλλον του. Τα δεδομένα του προβλήματος δεν είναι πλέον απλές τιμές αλλά οντότητες που θα παρατηρηθούν και τα αποτελέσματα δεν είναι νέες τιμές αλλά ενέργειες μέσα σε μια δυναμική διαδικασία. Μια τέτοια λογική υλοποιείται σε ένα αντικειμενοστραφές πλαίσιο όπου η συσχέτιση ανάμεσα στη συμπεριφορά του φυσικού αντικειμένου (της ρομποτικής κατασκευής) και στο πρόγραμμα του μαθητή είναι ισχυρός και άμεσα παρατηρήσιμος (Lawhead et al., 2002).

Η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να βελτιώσει τις δεξιότητες συνεργασίας, την αυτοπεποίθηση, τη δημιουργικότητα, τα κίνητρα των παιδιών και τις δεξιότητες χειρισμού του υπολογιστή (Palumbo & Palumbo, 1993; Wagner, 1998). Η διδασκαλία της ρομποτικής είναι κατάλληλη για μαθητές ανεξάρτητα από την ηλικία και το υπόβαθρό τους και αποτελεί έναν τρόπο ενθάρρυνσης της μάθησης. Επιπλέον παρέχει στα παιδιά το κατάλληλο περιβάλλον για να διερευνήσουν τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου, συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία τεχνολογικά ενημερωμένων πολιτών σύμφωνα με τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας.

Πρόκειται για μια εναλλακτική προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού, η οποία στηρίζεται στη χρήση **φυσικών μηχανικών μοντέλων**, με τα οποία οι μαθητές προσανατολίζονται ως πρώτο βήμα στην κατασκευή ενός ρομποτικού μηχανισμού και μετά από κατάλληλο σχεδιασμό και αρκετούς πειραματισμούς οδηγούνται στην **επίλυση πραγματικών προβλημάτων**. Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων αυτών οι μαθητές δημιουργούν φυσικά μοντέλα (ένα αυτοκίνητο, ένα σπίτι κα,) τα οποία αφού τα εφοδιάσουν με το κατάλληλο πρόγραμμα, αυτά είναι σε θέση να συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον και να αντιδρούν ανάλογα με τα ερεθίσματα που λαμβάνουν. Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας αυτής οι μαθητές εξασκούνται στον προγραμματισμό για να καθορίσουν τη συμπεριφορά του μοντέλου

που έχουν δημιουργήσει οι ίδιοι, όχι στην οθόνη του υπολογιστή τους αλλά στο φυσικό τους περιβάλλον.

Οι Καγκάνης Κ., Δαγδιλέλης Β., Σατρατζέμη Μ. και Ευαγγελίδης Γ. (Μία μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Β/θμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, 2005) έχουν διαπιστώσει ότι η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη τα ενδιαφέροντα των μαθητών και τους εμπλέκει σε δραστηριότητες που έχουν πραγματικά χρησιμότητα και σημασία για αυτούς. Χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ του υπολογιστή και του πραγματικού αντικειμένου, με αποτέλεσμα, ο μαθητής να μπορεί να αναγνωρίσει εύκολα την αντιστοιχία που υπάρχει ανάμεσα στις εντολές του προγράμματος και τις αντιδράσεις του μοντέλου και να παρατηρήσει τις συνέπειες που έχουν στη συμπεριφορά του μοντέλου, οι αλλαγές που πραγματοποιεί στο πρόγραμμα. (Eden et al., 1996). Τα φυσικά μοντέλα λοιπόν προσφέρουν άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές ώστε να μπορούν να ελέγχουν την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων τους (Barnes, 2002). Η δυνατότητα αυτή βοηθά τους μαθητές να οδηγούνται σταδιακά σε καλύτερες, αποτελεσματικότερες, πληρέστερες και ακριβέστερες λύσεις.

Συμπερασματικά όπως διαπιστώνεται από την μελέτη περίπτωσης των Καγκάνη Κ., Δαγδιλέλη Β., Σατρατζέμη Μ. και Ευαγγελίδη Γ. (2005) με τα φυσικά μηχανικά μοντέλα όπως αυτό της Lego: α) πετυχαίνεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και πραγματικού αντικειμένου, β) υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση, γ) υπάρχει πειραματισμός και ενεργός συμμετοχή από τους μαθητές, δ) αναπτύσσεται η κριτική σκέψη, ε) καλλιεργείται η δημιουργική σκέψη, η διορατικότητα και η πρωτοτυπία, στ) υπάρχει άμεση εμπειρία και ο μαθητής απαλλάσσεται από την εκμάθηση και απομνημόνευση συντακτικών κανόνων μιας γλώσσας προγραμματισμού και ζ) υλοποιείται ένα είδος εξατομικευμένης μάθησης αφού ο εκπαιδευτικός διαθέτει περισσότερο χρόνο για κάθε μαθητή και ο κάθε μαθητής εργάζεται με το δικό του ρυθμό μάθησης.

Όμως, η χρήση φυσικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των αρχών του προγραμματισμού μπορεί να δημιουργήσει και διδακτικά προβλήματα, τα σημαντικότερα από τα οποία οφείλονται: α) σε φυσικούς περιορισμούς (περιορισμοί που μπορεί να δημιουργήσει η τριβή στην κίνηση ενός αντικειμένου π.χ. ενός κινητήρα), β) τεχνικούς περιορισμούς του υλικού (φόρτωσης του προγράμματος στον επεξεργαστή κ. ά., γ) χρονικούς περιορισμούς (χρόνος εκμάθησης του συστήματος)

και δ) περιορισμούς κόστους επένδυσης (μεγάλη οικονομική επιβάρυνση για την απόκτηση και συντήρηση-επικαιροποίηση απαιτούμενου αριθμού συστημάτων).

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, για τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών της Lego στα πλαίσια των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την κατανόηση των βασικών αρχών, εννοιών και δομών του προγραμματισμού από μαθητές του Γυμνασίου επιλέχθηκε η χρήση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος **NXT-G** που συνοδεύει το πακέτο Lego Mindstorm NXT Education..

Το λογισμικό NXT-G είναι ένα βασισμένο σε ένα περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού που επιτρέπει στο χρήστη να προγραμματίσει χρησιμοποιώντας εικόνες που αναπαριστούν όλους τους τύπους δεδομένων και τις βασικές εντολές και δομές. Έτσι, η διδασκαλία του προγραμματισμού δεν ακολουθεί το τυπικό μοντέλο διδασκαλίας αλλά μια κατασκευαστική προσέγγιση (Τσοβόλας & Αντωνίου, 2005). Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα τέτοιων γλωσσών προγραμματισμού είναι η ελαχιστοποίηση των συντακτικών κανόνων με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος ο μαθητής. Η διαδικασία σύνταξης ενός προγράμματος είναι αρκετά απλή και βασίζεται στη σωστή σύνδεση των κατάλληλων εικονιδίων. Οι χρήστες στη γλώσσα προγραμματισμού NXT-G, μαθαίνουν να προγραμματίζουν μέσω οπτικών εντολών χρησιμοποιώντας την τεχνική του συρσίματος (drag & drop) για να δημιουργήσουν προγράμματα και δε χρειάζεται να έχουν γνώσεις πάνω στο υλικό (Κασκάλης κ.α., 2001). Η ανάπτυξη προγραμμάτων με την χρήση εικονο-εντολών απαλλάσσει τους μαθητές από την εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού και την απομνημόνευση των συντακτικών της κανόνων. Ειδικά τα εικονίδια λειτουργίας των εξόδων είναι προφανή. Στο περιβάλλον συγγραφής του κώδικα γίνεται ταυτόχρονα και συντακτικός έλεγχος, έτσι απαλλάσσεται ο προγραμματιστής από συντακτικά λάθη. (Τσοβόλας & Κόμης, 2005).

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στα πλαίσια της προσέγγισης αυτής επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και σχεδίασης αλγορίθμων και όχι στην εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική (Ξυνόγαλος κ.α. 2000, Lawhead et al 2002).

Ο προγραμματισμός με τη χρήση του λογισμικού NXT-G λοιπόν αποφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα με χαρακτηριστικό τη χρήση της σωστής και επιθυμητής δομής σε κάθε περίπτωση. Επίσης, αυξάνει και διατηρεί το κίνητρο των μαθητών για τον προγραμματισμό.

Το τελικό αποτέλεσμα όπως σημειώνεται από τους Χαρίσης Χ. και Μικρόπουλο Τ. Α (Ρομποτική, Οπτικός Προγραμματισμός και Βασικές Προγραμματιστικές Δομές, 2008) είναι ο μαθητής να μπορεί να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα για να κατευθύνει τη ρομποτική του κατασκευή σε σύντομο χρονικό διάστημα. Δεν χρειάζεται «να μάθει πολλά για να κάνει λίγα» αλλά με μια απλή επίδειξη του περιβάλλοντος, μπορεί να κατασκευάσει αμέσως ένα πρόγραμμα για να μπορέσει να ελέγξει μία ρομποτική κατασκευή.

Με αυτήν τη μέθοδο διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός καταφέρνει να διδάξει την ίδια θεωρία και τις ίδιες έννοιες όχι μόνο πιο αποτελεσματικά αλλά και σε λιγότερο χρόνο (Fagin 2000). Τα εικονίδια που χρησιμοποιούνται, αναπαριστούν τις εντολές αρκετά επιτυχημένα. Ειδικά τα εικονίδια των εντολών εξόδου είναι προφανή. Στην εντολή επιλογής (Fork) πχ μπορεί κανείς να δει τις αντίστοιχες διαδρομές που θα ακολουθηθούν ανάλογα με το αποτέλεσμα από τον έλεγχο της συνθήκης. Η παραστατικότητα των εικονιδίων επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να αφιερώσει λιγότερο χρόνο στην παρουσίαση της θεωρίας, αφήνοντας στους μαθητές περισσότερο χρόνο για πρακτική εφαρμογή και του δίνει την απαραίτητη άνεση χρόνου για συστηματική παρακολούθηση της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας και των δυσκολιών που εμφανίζονται. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι ο εκπαιδευτικός έχει στη διάθεσή του περισσότερο χρόνο για να παρακολουθήσει την πορεία του κάθε μαθητή ξεχωριστά και να εντοπίσει τις αδυναμίες, τις παρανοήσεις και τις δυσκολίες που αυτός αντιμετωπίζει. Επίσης, ο μαθητής εργάζεται ο καθένας με το δικό του ρυθμό μάθησης, έτσι ώστε να μπορεί να σταθεί όσο χρόνο χρειάζεται στα σημεία που τον ενδιαφέρουν ή τον δυσκολεύουν. Μπορεί κανείς δηλαδή να μιλάει για εξατομικευμένη μάθηση.

Στην εργασία αυτή επίσης γίνεται μία προσπάθεια αξιοποίησης του πακέτου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms στην διδασκαλία των βασικών αρχών του προγραμματισμού βασισμένης σε μια προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων δίνοντας παράλληλα στην όλη διαδικασία ένα χαρακτήρα ψυχαγωγικό.

Έρευνες όσο αφορά στην ψυχαγωγικής διάσταση της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Chandana et al., 2000; Lund et al., 2002). Οι Chandana, Hafner και Bongard (2000) διαπίστωσαν πως οι μαθητές όχι μόνο μπόρεσαν να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες του μαθήματος αλλά κατάφεραν και τις ενσωμάτωσαν στις υπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητες τους ως εργαλεία τα οποία

ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν μελλοντικά. Μάλιστα οι ερευνητές αναφέρουν πως ο μόνος αρνητικός παράγοντας στην διδασκαλία των μαθημάτων, σύμφωνα με τα λεγόμενα των μαθητών, είναι ότι «έπρεπε να διαρκούσαν περισσότερο».

Το πακέτο της Lego Mindstorms όπως αναφέρεται από τους Ατματζίδου Σ., Μαρκέλης Η. και Δημητριάδης (Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης, 2008) με την απλή και εύχρηστη διεπαφή του προγραμματιστικού περιβάλλοντος NXT-G μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μέσο διδασκαλίας μεθόδων επίλυσης προβλημάτων, αποτελώντας μία ευχάριστη και ενδιαφέρουσα ενασχόληση. Η πτυχή του παιχνιδιού, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα θετικού κινήτρου και παρότρυνσης στην εκπαίδευση (Κόμης, 2005b). Καθώς η πλειοψηφία των μαθητών έχει έρθει κατά καιρούς σε επαφή με τα τουβλάκια της Lego, τα αντιμετωπίζουν περισσότερο ως παιχνίδι και συμμετέχουν πρόθυμα στην διαδικασία της μάθησης χωρίς να βιώνουν την αίσθηση του εξαναγκασμού.

Τα παραπάνω δεδομένα οδηγούν στην θετική συνεισφορά της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του οπτικού προγραμματισμού για τη διδασκαλία του προγραμματισμού και την κατανόηση βασικών προγραμματιστικών δομών, ειδικά των δομών ελέγχου και επανάληψης όπου όπως φαίνεται από τα εμπειρικά δεδομένα παρουσιάζονται ιδιαίτερες δυσκολίες από μαθητές.

Το Θεωρητικό Πλαίσιο

Η εκπαιδευτική ρομποτική μας παρέχει ένα καινοτόμο περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης στο οποίο δεν έχουν θέση οι παραδοσιακές μέθοδοι και αρχές διδασκαλίας. Για να πετύχουμε τα οφέλη που προσδοκούμε πρέπει να στραφούμε στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης. Η εργασία αυτή για την επίτευξη των επιθυμητών διδακτικών στόχων στηρίζεται στην θεωρία του εποικοδομισμού (**constructivism**) της γνώσης του Piaget (1974) και ακολουθεί την εποικοδομιστική κατασκευαστική (constructionist) προσέγγιση της μάθησης σύμφωνα με τις αρχές που διατυπώθηκαν από τον Papert (1991).

Η θεωρία του **εποικοδομισμού**, υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν συνίσταται στη συσσώρευση πληροφοριών ή στην ανακάλυψη μιας εξωτερικής πραγματικότητας αλλά στην οργάνωση των εσωτερικών αντιλήψεων και εμπειριών του ατόμου. Οι μαθητές οικοδομούν καινούργιες έννοιες και ιδέες με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους και μέσω της ενεργητικής συμμετοχής και εμπλοκής τους σε δραστηριότητες αυθεντικού τύπου, χρησιμοποιώντας πραγματικά εργαλεία. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού και των χρησιμοποιούμενων μέσων είναι να διευκολύνουν την ενεργητική μάθηση, όπου οι μαθητές οικοδομούν τις δικές ολοκληρωμένες ερμηνείες και γνώσεις. Η μάθηση συμβαίνει μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο, όπου η συνεργασία και η αλληλεπίδραση των μαθητών μεταξύ τους και με το διδάσκοντα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας.

Η κατασκευή νέας γνώσης είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν οι μαθητές εμπλέκονται στην κατασκευή προϊόντων που έχουν προσωπικό νόημα για τους ίδιους (Papert, 1993). Σύμφωνα με τους Κόμη Β. και Μικρόπουλο Τ. Α. (2001) ένα μαθησιακό περιβάλλον με βάση τις αρχές του εποικοδομισμού θα πρέπει : (α) να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, (β) να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, (γ) να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Ιδιαίτερα, ο **κατασκευαστικός εποικοδομισμός** με κύριο εμπνευστή τον Papert, υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι οικοδομούν καλύτερα τη γνώση τους όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή (χειρωνακτική και ψηφιακή) πραγματικών αντικειμένων με νόημα για τους ίδιους ή τους άλλους γύρω τους, όπως κάστρα από άμμο, κατασκευές Lego, προγράμματα υπολογιστών, ή μία θεωρία για το σύμπαν (Papert, 1991).

Παράλληλα, στην εργασία αυτή δίνεται μεγάλη βαρύτητα στη άποψη που έχει διατυπωθεί από τον Dewey (1997) σύμφωνα με την οποία η εκπαίδευση πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις των παιδιών για έρευνα, κατασκευή, επικοινωνία και έκφραση και να εκμεταλλεύεται τη φυσική παρόρμηση τους, που αφορά στη κατασκευή και αλληλεπίδραση με ενεργές αναπαραστάσεις. Όπως αναφέρουν και οι Καρατράντου Α., Παναγιωτακόπουλος Χρ., Πιερρή Ε. (Οι Ρομποτικές Κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση Εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο Μια Μελέτη Περίπτωσης, 2006) η κατασκευή ενεργών αναπαραστάσεων και η αλληλεπίδραση με αυτές παρουσιάζεται από πολύ μικρή ηλικία κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ενώ σε μεγαλύτερες ηλικίες οι ενεργές αναπαραστάσεις παίρνουν τη μορφή έξυπνων μοντέλων, έξυπνων μηχανών ή προσομοιώσεων. Αυτή η εμπλοκή των παιδιών στην κατασκευή ενεργών αναπαραστάσεων καθώς και η αλληλεπίδραση τους παίζει σημαντικό ρόλο στη μάθηση (Resnick etal. 1996, Ackermann 1997).

Σε αυτό το περιβάλλον εμφανίζεται και μια μορφή γνώσης που ονομάζεται άτυπη μάθηση. Η άτυπη μάθηση σε ένα περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομποτικής έχει σχέση με την γνώση που μοιράζονται οι ίδιοι οι μαθητές που εμπλέκονται σε μία κοινή δραστηριότητα, μεταξύ τους καθώς και από την αλληλεπίδραση τους με τον εκπαιδευτικό. Η άτυπη μάθηση αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα των γνώσεων και των δεξιοτήτων που αποκτά ένα πρόσωπο. Μπορεί να είναι χαοτική, να είναι δύσκολο να κωδικοποιηθεί και να αποθηκευτεί σε βάσεις δεδομένων και σε εσωτερικά δίκτυα και να μεταδοθεί και να μοιραστεί, αλλά περιέχει εικόνες, σύμβολα και αξίες, διορατικότητα, προαισθήματα, προκαταλήψεις, αισθήματα και είναι πολύτιμη και πλούσια πηγή εμπειρίας και μάθησης. Η άρρητη γνώση λαμβάνει χώρα κατά την αλληλεπίδραση των μαθητών, την ενασχόληση τους με κάποιες δραστηριότητες και την κοινή προσπάθεια που καταβάλλουν για την επίλυση προβλημάτων.

Η Διδακτική Μεθοδολογία

Ένα μαθησιακό περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομποτικής εμπλέκει τους μαθητές με δύο διαφορετικές δραστηριότητες : μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική. Όπως περιγράφεται από του Τσοβόλα Σπ. και Κόμης Β (Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού, 2008) τα βασικά χαρακτηριστικά των ρομποτικών κατασκευών είναι η δυνατότητα συλλογής πληροφοριών/ερεθισμάτων από το περιβάλλον και εκτέλεσης ενεργειών, παρουσιάζοντας συγκεκριμένες συμπεριφορές ως αντίδραση στα εξωτερικά ερεθίσματα. Κατασκευαστικά οι ρομποτικές κατασκευές συνδυάζουν αισθητήρες αφής, φωτός, θερμοκρασίας κλπ. με τους οποίους συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον και συσκευές εξόδου όπως κινητήρες, λαμπτήρες κλπ με τα οποία εκτελούν συγκεκριμένες ενέργειες. Απαραίτητο συμπλήρωμα των παραπάνω είναι το λογισμικό με το οποίο γίνεται ο προγραμματισμός των κατασκευών.

Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν μία μηχανική κατασκευή αξιοποιώντας ένα σύνολο δομικών υλικών, όπως για παράδειγμα τα Lego Mindstorms, για την οποία πρέπει να αποφασίσουν με τί δυνατότητες θα την εξοπλίσουν (αποφασίζοντας για τους κατάλληλους αισθητήρες τους οποίους θα ενσωματώσουν στην κατασκευή αυτή) και στη συνέχεια να δημιουργήσουν το κατάλληλο πρόγραμμα στον Η/Υ τους, ώστε να δώσουν στην κατασκευή τους την επιθυμητή συμπεριφορά ως ένα σύνολο οδηγιών. Ο προγραμματισμός μίας ρομποτικής κατασκευής διαφέρει από τον παραδοσιακό προγραμματισμό αφού η ενασχόληση δεν είναι πλέον μία διαδικασία αριθμητικών μόνο υπολογισμών αλλά το ζητούμενο τώρα, είναι η απόδοση στοιχειώδους ευφυΐας σε μία μηχανική κατασκευή.

Η μεθοδολογία που ενδείκνυται να ακολουθηθεί στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη σχεδίαση δραστηριοτήτων ταυτίζεται με τη μέθοδο διδασκαλίας με στόχο την **επίλυση ενός προβλήματος (problem-based learning)** αφού πρόκειται για δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκεται η δημιουργία και ο κατάλληλος χειρισμός μίας μηχανικής κατασκευής για την εκπλήρωση μιας αποστολής. Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν ένα μηχανικό μοντέλο επιστρατεύοντας τις υπάρχουσες εμπειρίες τους ή και την φαντασία τους και στη συνέχεια να το προγραμματίσουν με γνώμονα τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες που πρέπει

αυτό να διαθέτει ώστε να τους οδηγήσει στη αντιμετώπιση του προβλήματος που τους δίνεται. Σε ένα τέτοιο μαθησιακό περιβάλλον, το πρόβλημα οδηγεί τη μάθηση. Επίσης, σε ένα τέτοιο περιβάλλον η αξιολόγηση είναι μια διαδικασία που αναδύεται σε κάθε επιμέρους βήμα στην διάρκεια της εργασίας του μαθητή και προκύπτει από την επιτυχή ή όχι διεκπεραίωση των ενδιάμεσων φάσεων από τους μαθητές κατά την πορεία επίλυσης του προβλήματος.

Επομένως εάν ο στόχος μας είναι να εμπλέξουμε τους μαθητές σε δραστηριότητες σχεδίασης και υλοποίησης κατασκευών που θα έχουν νόημα για τους ίδιους και τους γύρω τους, θα πρέπει να επινοήσουμε δραστηριότητες που θα προτρέπουν τους μαθητές να δημιουργήσουν μία κατασκευή αλλά συγχρόνως θα πρέπει να τους ενθαρρύνουμε και να τους υποστηρίξουμε κατάλληλα ώστε να επινοήσουν και να πειραματιστούν με μία σειρά από ιδέες που θα διέπουν τις κατασκευές τους (Resnick & Silverman, 2005).

Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να πάρουν τη **μορφή συνθετικών εργασιών (project-based learning)** που θέτουν στους μαθητές προβλήματα τα οποία είναι αυθεντικά, πολυδιάστατα και επιδέχονται περισσότερες από μία λύσεις (Brown, Collins & Duguid, 1989). Όπως αναφέρουν οι Παπανικολάου Κ., Φράγκου Στ., Αλιμήσης Δ. (Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων TERCOP, 2007) είναι ιδιαίτερα σημαντικό τα προτεινόμενα προβλήματα να είναι ανοιχτά και να επιτρέπουν στους μαθητές να εργαστούν με το δικό τους ιδιαίτερο στυλ και με τον τρόπο που αυτοί επιθυμούν. Οι συνθετικές εργασίες θα πρέπει: α) να εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές, παρέχοντάς τους μεγαλύτερη αίσθηση ελέγχου και ευθύνης της μαθησιακής τους διαδικασίας, β) να ενθαρρύνουν τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων, γ) να είναι διαθεματικές ώστε να εμπλέκουν ιδέες/έννοιες από διαφορετικές, περιοχές όπως τεχνολογία, τέχνη, περιβάλλον, κοινωνία, μαθηματικά, φυσικές επιστήμες, (δ) να είναι ανοιχτές και ημιδομημένες ώστε οι μαθητές να συμμετέχουν στον ορισμό τους, και ε) να παρέχουν ευκαιρίες για αναστοχασμό και συνεργασία.

Σε ένα τέτοιο πλαίσιο μάθησης μέσω συνθετικών εργασιών, οι μαθητές συνεργάζονται ώστε αρχικά να κατανοήσουν το πρόβλημα που τους τίθεται, και στη συνέχεια για να μπορέσουν να προτείνουν επιτυχείς λύσεις. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας είναι η δημιουργία μίας ρομποτικής κατασκευής η οποία πρόκειται να παρουσιαστεί σε ένα μεγαλύτερο κοινό, σε επίπεδο τάξης. Η οργάνωση της δράσης

των μαθητών στη διάρκεια εκπόνησης της συνθετικής εργασίας θα πρέπει να διαμορφώνει ένα θετικό κύκλο ανατροφοδότησης, όπου οι μαθητές θα εκφράζονται, θα διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, θα πειραματίζονται και θα διερευνούν εναλλακτικές προτάσεις, θα αναστοχάζονται και θα αξιολογούν προηγούμενες ιδέες και προτάσεις τους, θα ανταλλάσσουν απόψεις και ιδέες και γενικά θα συνεργάζονται με ένα κοινό στόχο.

Ο παραπάνω σχεδιασμός των δραστηριοτήτων συνάδει και με την άποψη του Dewey (1997), σύμφωνα με τον οποίο η βάση της εκπαίδευσης είναι α) η φυσική τάση για έρευνα (να ανακαλύπτει κανείς πράγματα), β) η επικοινωνία (χρήση της γλώσσας), γ) η κατασκευή πραγμάτων και δ) η έκφραση συναισθημάτων και ιδεών.

Επίσης, γίνεται μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί η εκπαιδευτική ρομποτική για την εισαγωγή των μαθητών σε θέματα προγραμματισμού, μέσα από μια διδακτική προσέγγιση με **συνεργατικό και ψυχαγωγικό χαρακτήρα**, όπως περιγράφεται από τους Ατματζίδου Σ., Μαρκέλη Η. και Δημητριάδη (Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης, 2008) η οποία να συνδυάζει τη μάθηση με το παιχνίδι (**edutainment**) και να αξιοποιεί και το στοιχείο του ανταγωνισμού των ομάδων μεταξύ τους. Η προσέγγιση αυτή στηρίζεται στην άποψη ότι το παιδί πρέπει από μόνο του να οικοδομεί τη γνώση και ειδικότερα στην άποψη ότι η μάθηση επέρχεται μέσα από το παιχνίδι. (Hussain at al., 2006). Τα παιδιά που ασχολούνται με αντικείμενα που έχουν νόημα γι' αυτά, αναπτύσσουν κίνητρα (Jarvinen & Hiltunen, 2000) και παράλληλα δρουν ως πραγματικοί επιστήμονες και εφευρέτες έχοντας αμεσότερη επαφή με τις έννοιες του γνωστικού αντικείμενου.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της ρομποτικής τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι καθοριστικός. Για να υπάρξουν καθοριστικά μαθησιακά αποτελέσματα θα πρέπει η εκπαιδευτική διαδικασία που θα ακολουθηθεί να στοχεύει σε μία **μαθητο-κεντρική** προσέγγιση, λαμβάνοντας υπ' όψη τα χαρακτηριστικά των μαθητών. Στην προσέγγιση αυτή η διδασκαλία είναι πάντα έμμεση καθώς οι εκπαιδευτικοί επεμβαίνουν μόνο συμβουλευτικά δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να δοκιμάσουν την ορθότητα των λύσεων τους.

Στην περίπτωση που ο εκπαιδευτικός κληθεί από τους μαθητές για να προσφέρει τη βοήθεια του θα πρέπει να έχει υπόψη του : α) να μην δίνει απαντήσεις άμεσα και να ζητά πάντοτε διευκρίνιση για κάτι που ρωτούν ή κατασκευάζουν οι μαθητές. Η προσπάθεια επεξήγησης από την πλευρά των μαθητών, τους βοηθά να καταλάβουν καλύτερα το πρόβλημα και να διευρύνουν τη σκέψη τους. β) αντί για απάντηση σε μια ερώτηση, να θέτει ένα νέο ερώτημα γ) να προσπαθεί με κατάλληλες ερωτήσεις να κατευθύνει τη σκέψη των μαθητών.

Η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές προτείνεται να οργανωθεί σύμφωνα με τις υποδείξεις των Παπανικολάου Κ., Φράγκου Στ., Αλιμήση Δ. (Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων TERCOP, 2007) σε μια σειρά από ξεχωριστά αλλά αλληλοσυνδεόμενα στάδια. **Τα στάδια εργασίας** δεν είναι υποχρεωτικό να υλοποιούνται με μία συγκεκριμένη σειρά αλλά πρέπει να θεωρούνται ως φάσεις μιας ενιαίας εργασίας που μπορούν να επαναλαμβάνονται με κυκλικό τρόπο ή/και να επικαλύπτονται. Ως τέτοια θα μπορούσαμε να διακρίνουμε:

Στάδιο εμπλοκής (engagement). Στο στάδιο αυτό διατυπώνεται το πρόβλημα και οι μαθητές μέσα από μία συζήτηση εμπλέκονται στον προσδιορισμό του. Βασική στοχοθεσία του σταδίου αφορά στην ενεργή εμπλοκή των μαθητών με το γενικότερο θέμα που καλούνται να μελετήσουν και στη διατύπωση επιμέρους ερωτημάτων.

Στάδιο πειραματισμού (exploration): οι μαθητές πειραματίζονται με το διαθέσιμο υλικό, για παράδειγμα προγραμματιζόμενες μονάδες, κινητήρες, αισθητήρες και το σχετικό λογισμικό, μέσα από απλά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν. Το στάδιο αυτό στοχεύει στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών καθώς και στις δυνατότητες που αυτές έχουν. Οι μαθητές αξιοποιούν απλές μηχανικές δομές (γρανάζια, τροχαλίες, άξονες κλπ.) για την δημιουργία ενός λειτουργικού μοντέλου λεωφορείου με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Η εργασία γίνεται σε ομάδες με την βοήθεια υποστηρικτικού υλικού που παρέχεται στους μαθητές για μελέτη και αξιοποίηση. Με παρόμοιο τρόπο οι μαθητές εξοικειώνονται με το λογισμικό.

Στάδιο διερεύνησης (investigation): Οι μαθητές επαναπροσδιορίζουν το πρόβλημα και τα ερωτήματα που διατύπωσαν στο πρώτο στάδιο μέσα από την εμπειρία που απέκτησαν μετά την εξοικείωση με το βασικό υλικό. Οι ομάδες των

μαθητών αναλαμβάνουν την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων. Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές καλούνται να προτείνουν λύσεις σε ερωτήματα τα οποία ενδέχεται να έχουν περισσότερες από μία απαντήσεις. Σε κάθε περίπτωση οι μαθητές καλούνται να υποστηρίξουν τις επιλογές που κάνουν τόσο στο προγραμματιστικό όσο και στο κατασκευαστικό μέρος.

Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας (creation): Οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν τα επιμέρους στοιχεία και υλικά (προγράμματα) τα οποία παρουσιάστηκαν στην τάξη σε μία τελική μορφή που απαντά στο αρχικό πρόβλημα. Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές αυτοοργανώνονται και καταγράφουν την πορεία της δουλειάς τους σε ημερολόγια ή σε φύλλα παρακολούθησης. Η κάθε ομάδα εργάζεται για τη σύνθεση μιας ενιαίας λύσης. Η ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών μπορεί τελικά να οδηγήσει στην διαμόρφωση προτάσεων και λύσεων που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά αλλά μπορεί να οδηγήσει και σε καινοτόμες προτάσεις

Στάδιο Αξιολόγησης: Όλες οι τελικές προτάσεις των ομάδων παρουσιάζονται στην τάξη και αξιολογούνται με βάση τα ερωτήματα/κριτήρια που έχουν θέσει οι μαθητές σε προηγούμενα στάδια (στάδια εμπλοκής, διερεύνησης). Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν κριτικά την δουλειά τους, να εκφέρουν απόψεις καθώς και να συγκρίνουν και να επιλέξουν με βάση τα κριτήρια που έχουν θέσει. Επίσης αξιολογούν και τη συνεργασία τους σε επίπεδο ομάδας και τάξης

Τα παραπάνω στάδια δεν ακολουθούνται απαραίτητα σειριακά, ενώ αναμένεται κάποια στάδια να επαναληφθούν δημιουργώντας κύκλους, για παράδειγμα το στάδιο της κατασκευής μπορεί να περιέχει στοιχεία διερεύνησης ή της διερεύνησης στοιχεία κατασκευής. Μέσα από τα διάφορα στάδια και το υποστηρικτικό υλικό που θα τα συνοδεύει, όπως φύλλα εργασίας, ο στόχος είναι να ενθαρρύνουμε τους μαθητές να 'ερευνήσουν το διαθέσιμο υλικό', να δοκιμάσουν πολλαπλές εναλλακτικές λύσεις, κάποιες από τις οποίες πιθανά να εγκαταλείψουν στην πορεία για να κατασκευάσουν την επόμενη έκδοση. Αυτό που είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην όλη διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος που θέτει η συνθετική εργασία είναι οι μαθητές να σχεδιάσουν και να επανασχεδιάσουν τις κατασκευές τους, μια και το πρωτότυπο αποτελεί αφορμή για συζήτηση και σύμφωνα με τους Resnick και Silverman (2005) 'μόλις αρχίζουμε να παίζουμε με αυτό, αρχίζουμε παράλληλα να σκεφτόμαστε πως θα κατασκευάσουμε την επόμενη έκδοση'.

Περιγραφή του Πακέτου Lego Mindstorms

Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms NXT Education. Το πακέτο **Lego Mindstorms** (<http://www.legomindstorms.com>) αποτελεί ένα ευέλικτο μέσο δημιουργικής μάθησης που παρέχει ευκαιρίες για σχεδιασμό και κατασκευές σε μικρό χρονικό διάστημα και με μικρό προϋπολογισμό.

Περιλαμβάνει ένα σύνολο από δομικά στοιχεία (τουβλάκια, γρανάζια, τροχούς, κ.α.), αισθητήρες, κινητήρες και άλλα εξαρτήματα με τα οποία μπορεί κανείς να κτίσει φυσικά μοντέλα. Τα εξαρτήματα αυτά προσαρμόζονται πάνω σε ένα τουβλάκι της LEGO μεγαλύτερων διαστάσεων, στο οποίο είναι ενσωματωμένος ο επεξεργαστής NXT.

Ο NXT είναι ένας αυτόνομος μικροϋπολογιστής που ενσωματώνεται σε ένα τουβλάκι της LEGO, μπορεί να προγραμματιστεί μέσω ενός υπολογιστή και επιτρέπει στην κατασκευή να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον αυτόνομα και ανεξάρτητα από τον υπολογιστή. Μια τυπική συμπεριφορά της ρομποτικής κατασκευής είναι η αντίδραση σε ένα πιθανό ερέθισμα, ένα χαρακτηριστικό ξεκάθαρα ανθρωπομορφικό. Ο μικροϋπολογιστής αυτός αποτελεί τον εγκέφαλο των μοντέλων και διαθέτει 5 θέσεις εισόδου (1,2,3,4) για αισθητήρες από τους οποίους συλλαμβάνει συμβάντα ή καταστάσεις του περιβάλλοντος (όπως αισθητήρες υπερήχων και αισθητήρες αφής για αναγνώριση εμποδίων, αισθητήρες εντάσεως του ήχου και του φωτός) και ενεργεί αναλόγως, καθώς και τρεις θέσεις εξόδου (A,B,C) για κινητήρες και λαμπτήρες, ώστε να θέτει σε κίνηση το ρομπότ, μια οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD), ένα μικρόφωνο και τέσσερα κουμπιά (αφορούν το άνοιγμα – κλείσιμο του NXT, την επιλογή του προγράμματος που θα εκτελεστεί και την έναρξη – τερματισμό της εκτέλεσης).

Η προγραμματιζόμενη μονάδα NXT (τούβλο NXT) μπορεί να αποθηκεύει διαφορετικά προγράμματα στη μνήμη της τα οποία μεταδίδονται σε αυτήν από τον H/Y του χρήστη μέσω θύρας USB ή εναλλακτικά μέσω σύνδεσης Bluetooth και να τα εκτελεί σε πλήρη αυτονομία.

Οι ρομποτικές κατασκευές με την χρήση κατάλληλων περιβαλλόντων ανάπτυξης προγραμμάτων μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να εκτελούν μία σειρά ενεργειών και να αντιδρούν σε ερεθίσματα που δέχονται οι αισθητήρες τους.

Το λογισμικό **NXT-G** παρέχει ένα απλό γραφικό περιβάλλον για τον προγραμματισμό “συμπεριφορών” των ρομποτικών κατασκευών της Lego. Βασίζεται στη χρήση εικονιδίων. Ο προγραμματισμός ακολουθεί τις αρχές του οπτικού προγραμματισμού, όπου ο χρήστης (μαθητής) επιλέγει από μια συλλογή εικονιδίων που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες δράσεις και τη λογική διασύνδεση μεταξύ τους.

Το λογισμικό αυτό έχει μια διαισθητική διεπαφή “σύρε και άφησε” (drag and drop) και ένα γραφικό προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο καθιστά την εφαρμογή προσιτή για έναν αρχάριο, αλλά και εξίσου δυναμική για έναν εξειδικευμένο χρήστη. Η πλήρης παλέτα εικονιδίων περιλαμβάνει εντολές δράσης που επιτρέπουν τον έλεγχο διάφορων εξωτερικών συσκευών (διαδραστικού κινητήρα, ήχων, λαμπτήρων κ.ά.) Οι εντολές ροής επιτρέπουν τη δημιουργία σύνθετων συμπεριφορών. Περιλαμβάνουν τον έλεγχο για την επανάληψη, την αναμονή και τις συνθήκες μεταβλητών, για τη διακοπή συμπεριφοράς ή τον καθορισμό μιας λογικής σειράς σε ένα πρόγραμμα και τη λήψη αποφάσεων για τον προγραμματισμό αντιδράσεων σε καθορισμένες τιμές των αισθητήρων. Οι παλέτες προγραμματισμού προσφέρουν όλες τις δομές προγραμματισμού που απαιτούνται για να δημιουργηθούν τα προγράμματα. Ένα πρόγραμμα δημιουργείται με συνδυασμό διαφορετικών εντολών. Τα διαθέσιμα εικονίδια-εντολές περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων εντολές κίνησης (κάνουν τα ρομπότ να κινούνται), εντολές αναμονής (κάνουν το ρομπότ να περιμένει για την ενεργοποίηση των αισθητήρων του ή για τη λήξη ενός οριζόμενου χρονικού διαστήματος), εντολές επανάληψης (Loop) (το ρομπότ επαναλαμβάνει την ίδια συμπεριφορά όσες φορές ορίσουμε ή μέχρι να ενεργοποιηθεί κάποιος αισθητήρας), εντολές επιλογής (If) (επιτρέπουν στο ρομπότ να παίρνει τις δικές του αποφάσεις

Λόγω των δυνατοτήτων του NXT να ελέγχει κινητήρες ή φώτα και να συγκεντρώνει δεδομένα με τη βοήθεια αισθητήρων, παιδιά και ενήλικες μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν κατασκευές που κινούνται, σκέφτονται, και αντιδρούν (Portsmore 1999).

Η φιλοσοφία του εκπαιδευτικού υλικού της εταιρείας Lego, στηρίζεται στο ότι το παιδί πρέπει από μόνο του να οικοδομεί τη γνώση και ειδικότερα στην άποψη ότι η μάθηση επέρχεται μέσα από το παιχνίδι (“*learning through play*”).

Οι κατασκευές αυτές δίνουν τη δυνατότητα διεξαγωγής νέων τύπων επιστημονικών πειραμάτων με τα οποία οι μαθητές ερευνούν καθημερινά φαινόμενα της ζωής τους εντός και εκτός της σχολικής αίθουσας.

Η δημιουργία του αυτόνομου ρομπότ συνίσταται σε 4 βήματα:

1. Κατασκευή του ρομπότ σύμφωνα με τα σχέδια που παρέχει το kit ή τη φαντασία του χρήστη.
2. Ανάπτυξη προγράμματος, χρησιμοποιώντας το οπτικό προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G που συνοδεύει το kit ή μια άλλη γλώσσα προγραμματισμού.
3. Φόρτωση του προγράμματος στο ρομπότ, με τη μεταφορά του προγράμματος από τον υπολογιστή στον μικροϋπολογιστή NXT.
4. Εκτέλεση του προγράμματος.

Για να εκδηλώσει το ρομπότ μια συγκεκριμένη συμπεριφορά, συνήθως τα βήματα 2 έως 4 επαναλαμβάνονται αρκετές φορές (Patterson-McNeill, Binkerd, 2001).

Στόχοι

Με τη παρούσα σχεδίαση μαθημάτων επιχειρείται μία προσπάθεια αξιοποίησης του εκπαιδευτικού πακέτου ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms και του εκπαιδευτικού λογισμικού NXT-G, σε μια βασισμένη σε σχέδιο εργασίας (project-based), διδακτική προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων, χρησιμοποιώντας παράλληλα και το στοιχείο του παιχνιδιού, προκειμένου οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου να κατανοήσουν βασικές αρχές προγραμματισμού, όπως οι δομές ελέγχου και επανάληψης και να εργαστούν με αυτές.

Ανακεφαλαιώνοντας τα προβλήματα που παρατηρούνται στην τάξη κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού με τη παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει μειωμένη προσοχή και έλλειψη ενδιαφέροντος από τη πλευρά των μαθητών, άρνηση ενεργητικής συμμετοχής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και πολύ περισσότερο συνεργασίας μεταξύ τους καθώς και με τον εκπαιδευτικό και τέλος απουσία κάθε δημιουργικής προσπάθειας. Επίσης διαπιστώνεται ότι υπάρχει μεγάλη δυσκολία από τους μαθητές στην ενσωμάτωση των δομών ελέγχου και επανάληψης κατά την δημιουργία ενός προγράμματος.

Ο στόχος είναι η εκπαιδευτική ρομποτική σε συνδυασμό με τον οπτικό προγραμματισμό και με την προϋπόθεση της κατάλληλης παιδαγωγικής πλαισίωσης να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση των προβλημάτων που παρουσιάζονται κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού και συγκεκριμένα :

1. η αξιοποίηση τη εκπαιδευτικής ρομποτικής σε συνδυασμό με τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού (σημειώσεις για το γνωστικό αντικείμενο της ρομποτικής, και φύλλα δραστηριοτήτων, εργασιών και ασκήσεων) να δημιουργήσουν το κατάλληλο περιβάλλον ώστε α) να τραβήξουν τη προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών και β) να πετύχουν την ενεργητική συμμετοχή και τη συνεργασία τους.
2. η διδασκαλία του προγραμματισμού με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής α) να ενθαρρύνει τους μαθητές ώστε να καταβάλουν δημιουργική προσπάθεια και β) να βοηθήσει στην ενσωμάτωση των δομών ελέγχου και επανάληψης στα προγράμματα των μαθητών με επιτυχία.