

## ***Κεφάλαιο 10ο***

### ***Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών***

**Σ. Φράγκου**

#### ***Σκοπός***

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στα βασικά μαθησιακά χαρακτηριστικά της εκπαιδευτικής ρομποτικής έτσι όπως διαμορφώνονται μέσα από τις σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Προτείνει κατάλληλες στρατηγικές για την ένταξη ρομποτικών δραστηριοτήτων στο σχολικό περιβάλλον και παρέχει αντιπροσωπευτικά παραδείγματα.

#### ***Έννοιες-κλειδιά***

Εκπαιδευτική ρομποτική, Κατασκευαστικός εποικοδομισμός, Εποικοδομισμός, Διδακτικές δράσεις, Lego Mindstorms NXT, Microworlds EX Robotics, Συνθετικές εργασίες, Συνεργασία.

#### ***Εισαγωγικές παρατηρήσεις***

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα γίνεται συνοπτική αναφορά σε συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής και στην εξέλιξή τους. Στη δεύτερη ενότητα μελετάμε το παιδαγωγικό πλαίσιο που διαμορφώνει η ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη σχολική πραγματικότητα. Η τρίτη ενότητα αναφέρεται στις εκπαιδευτικές στρατηγικές που μπορούν να αξιοποιηθούν κατά το σχεδιασμό δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Τέλος, στην τέταρτη ενότητα περιγράφεται η μεθοδολογία οργάνωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσα από το μοντέλο των συνθετικών εργασιών και παρουσιάζεται ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα συνθετικής εργασίας.

## 10.1 Βασικές έννοιες της εκπαιδευτικής ρομποτικής

### 10.1.1 Αυτοματισμοί και ρομποτικά συστήματα

Τα συστήματα αυτοματισμού και οι ρομποτικές κατασκευές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής μας ζωής. Οι αυτόματες πόρτες του γκαράζ, τα φανάρια της κυκλοφορίας, τα μηχανήματα πώλησης εισιτηρίων, τα οχήματα εξερεύνησης μακρινών πλανητών είναι μερικά από τα χιλιάδες παραδείγματα που μπορούν να καταγραφούν σε αυτή την τεχνολογική ομάδα. Ένα σύστημα αυτοματισμού ή ένα ρομπότ είναι συνήθως ένα σύστημα το οποίο είναι προγραμματιζόμενο, συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον του, επιλέγει τη συμπεριφορά που θα εκδηλώσει ανάλογα με τις συνθήκες και εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες.

Αυτό που διαχωρίζει τα συστήματα αυτοματισμού και τα ρομποτικά συστήματα από οποιονδήποτε άλλο μηχανισμό είναι το στοιχείο του ελέγχου και το στοιχείο του προγραμματισμού. Μια μηχανή αυτοματισμού όπως η μηχανή αυτόματης πώλησης εισιτηρίων μπορεί να αναγνωρίσει το ποσό των χρημάτων που έχει εισαγάγει ο χρήστης, καθώς και την ποσότητα των εισιτηρίων που έχει αυτός ζητήσει (είσοδος), μπορεί να αξιολογήσει αν πληρούνται οι απαιτούμενες συνθήκες (πρόγραμμα) και μπορεί να προχωρήσει ή όχι στην έκδοση των εισιτηρίων (έξοδος). Το ραδιόφωνο, από την άλλη πλευρά, είναι μια απλή μηχανή η οποία, μέσα από τον εξωτερικό χειρισμό της, μεταφέρεται σε κατάσταση τέτοια που της επιτρέπει την εκτέλεση μίας συγκεκριμένης πράξης, και ειδικότερα της λήψης και αναπαραγωγής ενός σήματος.

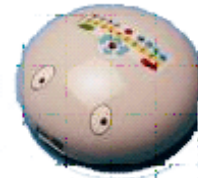
### 10.1.2 Συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής

Η ρομποτική και οι αυτοματισμοί διδάσκονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως μέρος του αναλυτικού προγράμματος σπουδών αρκετές δεκαετίες. Η ένταξή τους όμως στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έγινε εφικτή τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της εμφάνισης ειδικών κατασκευαστικών πακέτων χαμηλού κόστους και απλού χειρισμού (construction kits). Τα πακέτα αυτά περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές, αισθητήρες, κινητήρες και άλλες μηχανές οι οποίες με τη βοήθεια δομικού υλικού μπορούν να συνθέσουν τις ρομποτικές κατασκευές. Συνοδεύονται συνήθως από το κατάλληλο λογισμικό, που επιτρέπει τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς τους. Άλλοτε είναι ερευνητικού χαρακτήρα και άλλοτε έχουν εμπορική εφαρμογή. Τα συστήματα αυτά καθώς και οι δράσεις που μπορούν να αναπτυχθούν μέσω αυτών ανήκουν στο χώρο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ), και ειδικότερα στην Εκπαιδευτική Ρομποτική (Κόμης, 2004).

Αξίζει τον κόπο να κάνουμε μια αναδρομή σε κάποια αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αυτών των τεχνολογιών. Στη δεκαετία του '70 εμφανίζονται στο χώρο της εκπαίδευσης οι επιδαπέδιες χελώνες, οι οποίες προγραμματίζονται με τη βοήθεια ενσωματωμένου ηλεκτρολογίου. Αξιοποιήθηκαν σε παιδιά μικρής ηλικίας και αποτέλεσαν τον πρόδρομο των Logo-like περιβαλλόντων (Limbos, 1999). Οι σύγχρονες 'χελώνες'-ρομπότ συνδέονται με αισθητήρες και κινητήρες, μπορούν να προσομοιώσουν συμπεριφορές και να εκτελέσουν έργα με ιδιαίτερη επιτυχία. Συνδυάζουν φυσικά αντικείμενα και αντίστοιχα εικονικά περιβάλλοντα μέσα από τα οποία ελέγχονται. Παραδείγματα τέτοιων χελωνών είναι ο Bigtrak (Εικόνα 10.1, <http://www.thebigtrak.com/>) και ο Roamer (Εικόνα 10.2, [http://www.valiant-technology.com/uk/pages/roamer\\_home.php](http://www.valiant-technology.com/uk/pages/roamer_home.php)), που ακόμα και σήμερα βρίσκουν εφαρμογή σε νηπιαγωγεία και δημοτικά σχολεία.



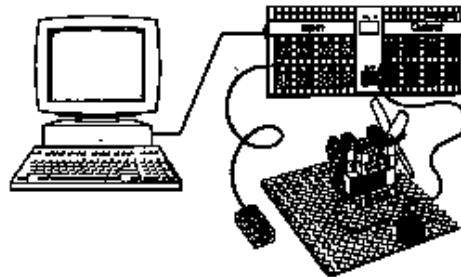
**Εικόνα 10.1: Bigtrak**



**Εικόνα 10.2: Roamer**

Η έρευνα στο MIT έφερε στο προσκήνιο στη δεκαετία του '80 νέα ανοιχτά συστήματα τα οποία μπορούσαν να προσομοιώνουν με επιτυχία αυτοματισμούς, όπως, για παράδειγμα, ένα «έξυπνο» θερμοκήπιο. Προγραμματίζονταν με γλώσσα παρεμφερή με τη γλώσσα Logo και ήταν σταθερά συνδεδεμένα στον υπολογιστή καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους (Εικόνα 10.3 LEGO TECHIC Control, LEGO Dacta Controlab).

Ο κύβος που είχε δυνατότητα προγραμματισμού και μπορούσε να λειτουργήσει αυτόνομα κατασκευάστηκε στα εργαστήρια του MIT σε συνεργασία με τη Lego (Resnick & Ocko, 1991, Resnick, 1993). Ο κύβος αυτός περιλάμβανε ένα μικροεπεξεργαστή ο οποίος επέτρεπε την αποθήκευση προγράμματος και τον έλεγχο αισθητήρων και μηχανών. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν μικρότερες συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές. Πρόκειται για μικρά τούβλα μεγέθους μικρότερου από αυτό ενός σπιρτόκουτου, μπάλες, χάντρες κ.ά. τα οποία μπορούσαν να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες ενέργειες και να ενταχθούν σε πολλά καθημερινά χρηστικά αντικείμενα (Resnick et al., 1996, Turbak & Berg, 2002). Ταυτόχρονα, εμπορικές εταιρείες παρουσίασαν αντίστοιχα συστήματα. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα LEGO Mindstorms Robotic Invention Systems με τον



**Εικόνα 10.3: Dacta Control Lab**

προγραμματιζόμενο κύβο RCX, που εμφανίζονται στο τέλος της δεκαετίας του '90. Σήμερα στην αγορά υπάρχουν συστήματα όπως το NXT Mindstorms της LEGO, το FischerTechnik Mobile, τα Elekit Robots, τα οποία λειτουργούν με παρόμοια λογική. Ένα άλλο μέρος της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνδέεται με συναρμολογούμενα μικρο-ρομπότ (ανθρωποειδή), τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν με μαθητές για την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων.

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου θα ασχοληθούμε με το σύστημα ρομποτική Lego Mindstorms NXT (Εικόνα 10.4).

Ο κύβος NXT μπορεί να προγραμματιστεί με τη βοήθεια λογισμικών τα οποία βασίζονται σε γλώσσες προγραμματισμού όπως οι γλώσσες Logo, C++, Python κ.ά. (Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να συμβουλευτείτε το <http://www.teamhassenplug.org/NXT/NXTSoftware.html>.) Στη δική μας περίπτωση, θα αξιοποιήσουμε το επίσημα προτεινόμενο λογισμικό Lego Mindstorms Edu NXT και την πρόσφατη έκδοση του Microwords EX Robotics 1.7 που υποστηρίζει τον προγραμματισμό των NXT.



*Εικόνα 10.4: Lego Mindstorms NXT*

## 10.2 Το παιδαγωγικό πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί εκτενώς σε ερευνητικά προγράμματα, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Οι εφαρμογές που καταγράφονται στη βιβλιογραφία αφορούν όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και τα θέματά τους έχουν τεράστια ποικιλία. Ο Papert στο άρθρο του *Situating Constructionism* (1991) αναφέρεται στην εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο που επεκτείνει τις δυνατότητες της Logo, επιτρέπει την κατασκευή μοντέλων που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους (active models) και εστιάζει στη σημασία της κατασκευής για την ανάδειξη σημαντικών ιδεών. Μέσα από την εμπειρία τους με μαθητές διαφόρων ηλικιών, οι Resnick, Martin, Sargent, & Silverman, (1996) κατηγοριοποιούν τις εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες: i) τα ενεργά περιβάλλοντα (όπως, για παράδειγμα, ο αυτόματος φωτισμός ενός χώρου), ii) οι αυτόνομες οντότητες (όπως, για παράδειγμα, ένας δεινόσαυρος ρομπότ) και iii) τα προσωπικά πειράματα (όπως, για παράδειγμα, η μέτρηση της ταχύτητας του ποδηλάτου κατά τη διάρκεια της μετακίνησης του μαθητή από το σπίτι στο σχολείο). Οι Turbak & Berg (2002) εξερευνούν τις δυνατότητες ένταξης ιδεών της Μηχανολογίας στο μάθημα της Ρομποτικής με φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης και επισημαίνουν τα οφέλη που αυτοί αποκομίζουν μεταφέροντας σημαντικές ιδέες της επιστήμης της Μηχανολογίας σε

άλλους τομείς. Οι Rusk, Resnick, Berg, & Pezalla-Granlund (2008) οργανώνουν εργαστήρια ρομποτικής με παιδιά, εφήβους, οικογένειες και εκπαιδευτικούς σε ποικίλους χώρους: σχολεία, μουσεία και ινστιτούτα κατάρτισης. Τα εργαστήρια τους έχουν ένα κύριο θέμα γύρω από το οποίο περιστρέφονται και οργανώνονται όλες οι κατασκευές (μία μέρα στο πάρκο, η γιορτή, τα γενέθλια) και ολοκληρώνονται με έκθεση των έργων των συμμετεχόντων στην κοινότητα. Άλλοι ερευνητές εστιάζουν σε χαρακτηριστικά όπως η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση και η διαθεματικότητα (Resnick, 1991). Ενδεικτικές εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής στον ελλαδικό χώρο αφορούν διαθεματικές συνθετικές εργασίες κατασκευής και προγραμματισμού ρομπότ (Κυνηγός & Φράγκου, 2000, Δημητρίου & Χατζηκρανιώτη, 2003), πειραματισμούς για τη διερεύνηση εννοιών Φυσικής και Μαθηματικών (Καρατράντου, Παναγιωτακόπουλος & Πιερρή, 2006), εφαρμογές στη διδασκαλία εννοιών Πληροφορικής και Μηχανολογίας (Καγκάνη, Δαγδιλέλης, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδης, 2005). Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να σκιαγραφήσουμε τα χαρακτηριστικά που έχει η μαθησιακή διαδικασία μέσα από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Μαθαίνω κατασκευάζοντας: Στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η κατασκευή. Η κατασκευή αφορά τόσο την κατασκευή του μηχανικού ρομπότ όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του. Η κατασκευή είναι στην προκειμένη περίπτωση το όχημα μέσα από το οποίο συντελείται η μάθηση. Η ιδέα 'Μαθαίνω κατασκευάζοντας' (learning by making ή learning through design) είναι στην καρδιά της φιλοσοφίας του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), που ενέπνευσε αρχικά την κατασκευή των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση, την οποία θεμελίωσαν ο Papert και οι συνεργάτες του (Papert, 1991, 2000), αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός πλαισίου αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία ικανού να προκαλέσει ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και μαθαίνουν οι μαθητές (Ackermann, 2001).

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η μάθηση είναι μια διαδικασία που κάνει το μαθητή να συμμετέχει ενεργά σε μια δημιουργική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, είτε αυτό είναι ο σχεδιασμός ενός σχήματος με τη γλώσσα Logo είτε είναι η κατασκευή ενός carousel με δομικά υλικά της Lego. Το περιβάλλον και τα αντίστοιχα κατασκευάσματα είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να θέτουν ουσιαστικά ζητήματα προς αναζήτηση και διερεύνηση. Οι εμπειρίες, οι γνώσεις και οι ανάγκες του μαθητή εκφράζονται μέσα από την κατασκευή (Resnick & Ocko, 1991). Οι ανάγκες του έργου είναι η αφορμή για τον έλεγχο ιδεών και την ανάδειξη νέων ενώ η υλοποίηση της κατασκευής αποτελεί το πεδίο στο οποίο αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες και αποκτούν περιεχόμενο. Η κατασκευή είναι το εργαλείο μέσα από το οποίο οι ιδέες οργανώνονται και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Τα παραπάνω υπηρετούν με συνέπεια τις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση όπως αυτή περιγράφεται στο πλαίσιο του εποικοδομισμού (constructivism). Η γνωστική ψυχολογία και η παιδαγωγική επιστήμη αποδέχονται ότι κάθε άνθρωπος, από πολύ μικρή ηλικία, δημιουργεί γνωστικές δομές με συγκεκριμένο περιεχόμενο για κάθε τι που συναντά καθημερινά. Οι δομές αυτές πιθανότατα επηρεάζονται από τη βιολογική λειτουργία των αισθητηριακών συστημάτων και το περιεχόμενό τους είναι εννοιολογικό και σχεσιακό. Η μάθηση είναι μια διαδικασία μέσα από την οποία οι γνωστικές αυτές δομές επεκτείνονται ή διαφοροποιούνται (Carey, 2000, Chi et al., 1994; diSessa & Sherin, 1998). Κάθε διαδικασία μάθησης έχει ως αφετηρία την πρότερη γνώση του μαθητή και επηρεάζει το ατομικό γνωστικό του σύστημα. Η υλοποίηση μιας κατασκευής αποτελεί, επομένως, μια ιδανική διδακτική παρέμβαση για την ανάδειξη, αξιοποίηση και αξιολόγηση των γνωστικών δομών κάθε μαθητή.

Μαθαίνω για την κατασκευή: Συμπληρωματικά στη διάσταση ‘Μαθαίνω κατασκευάζοντας’ υπάρχει και η διάσταση ‘Μαθαίνω για την κατασκευή’, τόσο τη μηχανολογική κατασκευή όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς της. Η αξία των μηχανολογικών κατασκευών στο σχολικό περιβάλλον είναι σχετικά υποτιμημένη, ακολουθώντας μια παράδοση που θέλει τις πρακτικές εφαρμογές να έχουν μικρότερη κοινωνική αποδοχή από τις αντίστοιχες θεωρητικές έννοιες. Όμως, η τεχνολογική εξέλιξη έφερε στην επιφάνεια την άρρηκτη σύνδεση ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία. Η Τεχνολογία αποτέλεσε και αποτελεί το ερέθισμα που οδηγεί την επιστημονική έρευνα. Οι μηχανολογικές κατασκευές μπορούν να εισαγάγουν στο αναλυτικό πρόγραμμα ενδιαφέρουσες ιδέες, όπως αυτές των φυσικών περιορισμών που θέτει η πραγματική συμπεριφορά ενός ρομπότ, της διαρκούς βελτίωσης μιας κατασκευής, της συνθετότητας και διαθεματικότητας των πραγματικών προβλημάτων (Turbak & Berg, 2002). Οι παραπάνω ιδέες μπορεί να φανούν χρήσιμες και σε άλλους επιστημονικούς τομείς, όπως της οικονομίας, της τέχνης, της κοινωνιολογίας. Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα ιδανικό πρακτικό εργαστήριο για την υλοποίηση μιας τέτοιας διδασκαλίας, εφόσον οι μαθητές μπορούν στην πράξη να μελετήσουν τη λειτουργία μηχανών, να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν νέες. Με παρόμοιο τρόπο, η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ιδανικό εργαλείο για την εισαγωγή σύνθετων εννοιών της Πληροφορικής. Οι έννοιες της μεταβλητής, της επανάληψης, του ελέγχου εισάγονται κατά μοναδικό τρόπο μέσα από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης του λογισμικού και της αντίστοιχης συμπεριφοράς των φυσικών κατασκευών (McCartney, 1996). Ιδέες όπως η αξιοπιστία, τα λάθη και η αντιμετώπισή τους, η λειτουργία σε πραγματικές συνθήκες αποτελούν μέρος των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο μαθητής προγραμματίζοντας τη λειτουργία μια ρομποτικής κατασκευής.

Μαθαίνω δημιουργώντας: Τα συστήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνθέτουν ένα ανοιχτό περιβάλλον μέσα στο οποίο κάθε παιδί (ή ενήλικας) μπορεί να

κατασκευάσει τις δικές του εφαρμογές. Μπορεί κάποιος με την ίδια ευκολία να προσομοιώσει ένα αυτοκίνητο, ένα πιάνο και ένα μηχάνημα ανακύκλωσης σκουπιδιών. Είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την ελεύθερη έκφραση και την κατασκευή έργων που έχουν σημασία γι' αυτόν που τα υλοποιεί. Είναι προσωπικά δημιουργήματα και αντανακλούν τα άμεσα ενδιαφέροντα και τις ιδέες του δημιουργού τους. Μπορούν με μεγάλη ευκολία να τροποποιηθούν και να επεκταθούν. Ο μαθητής ως δημιουργός οικειοποιείται το αντικείμενο το οποίο κατασκευάζει και έχει τη δυνατότητα να διερευνήσει μέσα από αυτό τα δικά του ερωτήματα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική συντίθεται από εργαλεία τα οποία έχουν παρομοιαστεί με τα χαρακτηριστικά ενός δωματίου: έχει 'χαμηλό δάπεδο, ψηλό ταβάνι και είναι ευρύχωρο' (*'low floor, high ceiling and wide walls'*). Είναι δηλαδή εργαλεία τα οποία εύκολα γίνονται προσιτά σε αρχάριους, εμπλουτίζονται με πολλές δυνατότητες τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας ειδικός, αλλά κυρίως είναι κατάλληλα για ποικίλους αυθεντικούς και προσωπικούς πειραματισμούς. Οι Resnick & Silverman (2005), εύστοχα παρατηρούν ότι *'... τα παιδιά θα συνεχίσουν να εκπλήσσονται (και να μας εκπλήσσουν) καθώς διερευνούν τις δυνατότητές τους'* αξιοποιώντας τα εργαλεία αυτά για εργασίες όπως η μέτρηση της ταχύτητας με την οποία τρέχει το skateboard ή η κατασκευή κοσμημάτων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το περιβάλλον τους (Resnick et al., 1998).

Τέλος, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την είσοδο του μαθητή στο σημείο που θεωρεί αυτός ως κατάλληλο. Μπορεί κάποιος να ασχοληθεί με την κατασκευή και μετά με τον προγραμματισμό της. Μπορεί να σχεδιάσει πρώτα και να υλοποιήσει μετά ή, αντίστροφα, να ξεκινήσει από την κατασκευή και, μέσα από τα υλικά και τη δυναμική τους, να οδηγηθεί στην έμπνευση. Είναι εργαλείο το οποίο είναι το ίδιο προσιτό σε όλους, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούν καλύτερα, ανεξάρτητα από τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους (Resnick & Silverman, 2005). Αυτό εξηγεί και την ποικιλία των εφαρμογών που συναντάμε στην έρευνα: εφαρμογές σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, εφαρμογές ενταγμένες στο κανονικό σχολικό πρόγραμμα ή εκτός αναλυτικού προγράμματος, δραστηριότητες για παιδιά με ιδιαίτερο μαθησιακό ή κοινωνικό προφίλ. Επομένως, το να μαθαίνει κανείς με την εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να είναι συνώνυμο με το *'μαθαίνω δημιουργώντας'*.

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να υπηρετήσει με συνέπεια τις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού και, συγκεκριμένα, να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που έχουν γι' αυτούς νόημα, εκφράζοντας τις ιδέες τους, ενώ ταυτόχρονα διερευνούν ερωτήματα τα οποία έχουν ουσιαστικό, πραγματικό και επιστημονικό ενδιαφέρον.

### 10.3 Στρατηγικές ανάπτυξης και υλοποίησης δραστηριοτήτων

Τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών εργαλείων αναδεικνύονται στο βαθμό που οι δραστηριότητες που υποστηρίζουν την εφαρμογή τους στην τάξη είναι σύμφωνες με το αντίστοιχο παιδαγωγικό πλαίσιο. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τις επιπτώσεις που έχει το παιδαγωγικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε παραπάνω στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση δραστηριοτήτων με την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ειδικότερα, θα ασχοληθούμε με τον τρόπο με τον οποίον επηρεάζεται η επιλογή του θέματος, η οργάνωση της τάξης και οι διδακτικές δράσεις.

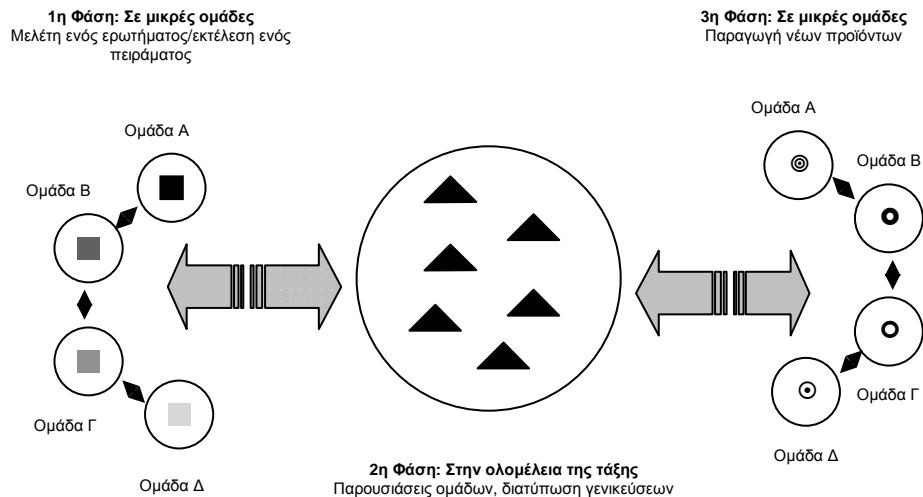
Επιλογή θέματος: Η επιλογή του θέματος της δραστηριότητας επηρεάζεται καθοριστικά από τις διδακτικές ενότητες που ο εκπαιδευτικός προτίθεται να διδάξει. Προτείνεται, ωστόσο, το επιλεγόμενο θέμα να είναι αυθεντικό, με την έννοια ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σύνδεσή του με την εμπειρία τους και τον κόσμο που τους περιβάλλει και καλούνται μέσα από τις δράσεις που θα αναπτύξουν να έχουν παρόμοιες γνωστικές εμπειρίες με αυτές που θα είχε ένας ειδικός επιστήμονας που θα δούλευε σε ένα παρόμοιο πεδίο (Savery & Duffy, 1995). Προτείνεται, επίσης, τα θέματα που επιλέγονται να έχουν μεγάλο εύρος και χρονική διάρκεια (Rusk et al., 2008). Μια ερώτηση ή μια δοκιμασία δεν αρκούν για να τροφοδοτήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να επιτρέψουν την έκφραση προσωπικών ερωτήσεων και προσωπικών πειραματισμών. Ένα ευρύ θέμα επιτρέπει να εκφραστούν ποικίλες ιδέες και, έτσι, κάθε μαθητής μπορεί να εντάξει το προσωπικό του στοιχείο, εξοικειωμένος και με τη διαδικασία και με το αποτέλεσμα της εργασίας. Τα παραπάνω συνηγορούν στην επιλογή διαθεματικών δραστηριοτήτων οι οποίες είναι δομημένες στο πλαίσιο συνθετικών εργασιών που οδηγούν σε ένα συγκεκριμένο τελικό προϊόν.

Οργάνωση της τάξης: Η συνεργασία στο πλαίσιο της μικρής ομάδας και στο σύνολο της τάξης είναι απαραίτητη προϋπόθεση της γνωστικής ανάπτυξης στο πλαίσιο του εποικοδομισμού (Savery & Duffy, 1995). Η προσωπική αλληλεπίδραση με την ομάδα αποτελεί i) το χώρο στον οποίο δοκιμάζεται η αλήθεια κάθε ιδέας, ii) το χώρο στον οποίον ο μαθητής αποκτά επίγνωση των διαδικασιών που εκτελεί και των ιδεών που καθορίζουν τις επιλογές του (αναστοχασμός) και iii) το λειτουργικό χώρο στον οποίον από κοινού διαμορφώνονται ιδέες. Η γνώση, επομένως, θεωρείται ως το αποτέλεσμα της κοινωνικής διαπραγματεύσεως.

Η υλοποίηση δραστηριοτήτων σε ομάδες δεν διασφαλίζει απαραίτητα την ουσιαστική συνεργασία των μελών μεταξύ τους σε επίπεδο ομάδας ή σε επίπεδο τάξης. Παράμετροι οι οποίες με προσεκτικό χειρισμό διασφαλίζουν την επιτυχία είναι: η σύνθεση των ομάδων (ικανότητα των μελών, ενδιαφέροντα κ.τ.λ.), η ανάθεση ρόλων σε κάθε μέλος της ομάδας και, τέλος, η ανάθεση διαφορετικών



έργων σε κάθε ομάδα της τάξης. Η Hoyles (1993) προτείνει μία ενδιαφέρουσα μορφή οργάνωσης του διδακτικού έργου και της συνεργασίας για δραστηριότητες προγραμματισμού που στην προκειμένη περίπτωση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και στην εκπαιδευτική ρομποτική (Εικόνα 10.5). Το μοντέλο αυτό είναι οργανωμένο σε τρεις φάσεις. Αρχικά, κάθε ομάδα μελετά ένα ερώτημα ή εκτελεί ένα πείραμα. Τα ερωτήματα/πειράματα αυτά σχετίζονται αναδεικνύοντας διαφορετικές όψεις του ιδίου θέματος. Στη 2η φάση, στην ολομέλεια της τάξης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας κάθε ομάδας και με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού γίνεται η σύνδεση των απαντήσεων και η διατύπωση συμπερασμάτων και γενικεύσεων. Στην 3η φάση, στο πλαίσιο της μικρής ομάδας, οι μαθητές καλούνται να παραγάγουν ένα νέο προϊόν μέσα από την εφαρμογή των συμπερασμάτων. Μέσα από αυτή την οργάνωση του διδακτικού έργου διασφαλίζεται η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων (παρουσίαση – 2η φάση), η αξιοποίηση της εργασίας όλων των ομάδων από την ολομέλεια (συμπεράσματα – 2η φάση) και η αξιοποίηση από τους μαθητές των συμπερασμάτων σε ένα νέο έργο (3η φάση).



**Εικόνα 10.5:** Οργάνωση του διδακτικού έργου και της συνεργασίας [προσαρμογή από Hoyles, (1993).]

Συμπληρωματικά στα παραπάνω, μπορούμε να αναφέρουμε τα ψηφιακά περιβάλλοντα που υποστηρίζουν συνεργατικές δράσεις, όπως οι ηλεκτρονικές

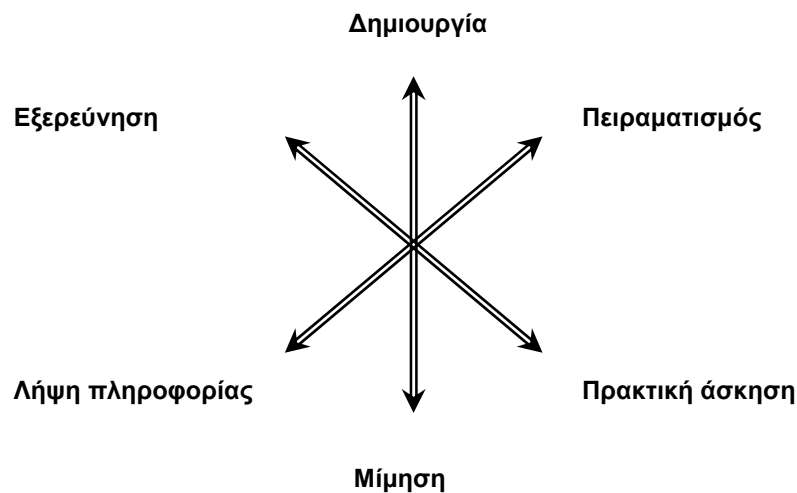
τάξεις, τα forums, τα wikies και τα blogs, τα οποία μπορούν να ενταχθούν αποτελεσματικά στη διδακτική πράξη και να διευκολύνουν τη συνεργασία ανάμεσα στα μέλη των ομάδων, αλλά και μεταξύ ομάδων, καθώς και στην ανταλλαγή ψηφιακού υλικού.

Διδακτικές δράσεις: Οι διδακτικές παρεμβάσεις που εντάσσει ο εκπαιδευτικός στο διδακτικό σχεδιασμό μιας δραστηριότητας καθορίζουν την αναμενόμενη γνωστική ενεργοποίηση των μαθητών κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της. Οι Denis & Hubert (2001) κατηγοριοποιούν τις διδακτικές παρεμβάσεις που συμβαίνουν στην τάξη στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε έξι διδακτικές δράσεις (διδακτικά παραδείγματα). Κάθε μία δράση περιγράφεται μέσα από το ρόλο του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου, τις τεχνικές και τα υλικά που απαιτούνται κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της.

- *Μίμηση:* Είναι η δράση στην οποία ο μαθητής συνειδητά (ή ασυνείδητα) συλλέγει εικόνες, πληροφορίες ή επαναλαμβάνει αυτό που βλέπει να υλοποιείται από κάποιον άλλο. Η κατασκευή ενός ρομπότ με τη βοήθεια οδηγιών αποτελεί μία τέτοιου τύπου δραστηριότητα. Ο εκπαιδευτικός, κατά τη διάρκεια αυτής της δράσης, τροφοδοτεί το μαθητή με τα κατάλληλα μοντέλα προς μίμηση.
- *Λήψη πληροφορίας:* Ο μαθητής μπορεί να έχει (ή να μην έχει) κάποιο ερώτημα το οποίο είναι γνωστικού περιεχομένου. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει να δώσει απάντηση στο μαθητή (διάλεξη) ή να τον καθοδηγήσει στην εύρεσή της (στο βιβλίο, στο διαδίκτυο κ.τ.λ.). Στη δεύτερη περίπτωση, η πληροφορία μπορεί τελικά να δομηθεί ατομικά ή συλλογικά στο πλαίσιο της ομάδας.
- *Πρακτική άσκηση:* Αφορά τις περιπτώσεις στις οποίες επιδιώκεται να αποκτηθεί/καλλιεργηθεί στο μαθητή μια συγκεκριμένη δεξιότητα (διαδικασία). Ο μαθητής εκτελεί τη δραστηριότητα που υποδεικνύει ο εκπαιδευτικός μέσω οδηγιών (συστηματική άσκηση). Με αυτό τον τρόπο λειτουργεί ένα λογισμικό πρακτικής άσκησης (Computer Assisted Instruction). Ο εκπαιδευτής (ή ο υπολογιστής) αναλαμβάνει να δώσει κατάλληλη ανατροφοδότηση και να επέμβει στην περίπτωση λάθους, καθώς και να συντηρήσει το ενδιαφέρον του μαθητή.
- *Πειραματισμός:* Είναι η δράση στην οποία ο μαθητής καλείται να λύσει ένα πρόβλημα ή να απαντήσει σε μια ερώτηση χειριζόμενος μεταβλητές σε ένα δεδομένο περιβάλλον. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο μαθητής να έχει διατυπώσει μια υπόθεση. Ο εκπαιδευτικός, σε αυτή την περίπτωση, βοηθά στη διατύπωση ερωτημάτων και παρέχει διαδραστικά περιβάλλοντα μέσα στα οποία μπορούν να υλοποιηθούν οι πειραματισμοί. Οι προσομοιώσεις και οι μικρόκοσμοι αποτελούν ιδανικό περιβάλλον για τέτοιου τύπου δράσεις.

- *Εξερεύνηση*: Σε αυτή την περίπτωση ο μαθητής έχει προσωπικές ερωτήσεις στις οποίες καλείται να απαντήσει δομώντας ο ίδιος μία έρευνα στις πηγές, στις γνώσεις και στα υλικά που έχει στη διάθεσή του. Ο εκπαιδευτικός παρέχει ενδιαφέρουσες πηγές και τροφοδοτεί το μαθητή, ανάλογα με τις ανάγκες του, με νέες.
- *Δημιουργία*: Είναι η δράση κατά την οποία ο μαθητής, ατομικά ή στην ομάδα, παράγει ένα νέο προϊόν ή αντικείμενο. Η αφορμή είναι μια προσωπική ιδέα. Ο εκπαιδευτικός παρέχει τα υλικά της δημιουργίας, βοηθά στη διαμόρφωση της ιδέας, ενθαρρύνει την ολοκλήρωσή της και αξιολογεί το τελικό προϊόν.

Οι παραπάνω διδακτικές δράσεις προσεγγίζουν με διαφορετικό τρόπο το ρόλο του μαθητή σε τρεις σημαντικές πλευρές της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Εικόνα 10.6): *εισαγωγή νέων εννοιών/γνώσεων, τελικό προϊόν της εργασίας, νοητικές διεργασίες.*



**Εικόνα 10.6:** Διδακτικές πράξεις οργανωμένες σε τρεις άξονες [προσαρμογή από Denis & Hubert, (1991)].

- α) *Εισαγωγή νέων εννοιών/γνώσεων*: Τόσο η *Λήψη πληροφορίας* όσο και ο *Πειραματισμός* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εισαγωγή νέων γνώσεων. Η *Λήψη πληροφορίας* τοποθετεί το μαθητή στο ρόλο του παθητικού δέκτη της πληροφόρησης ενώ ο *Πειραματισμός* εμπλέκει το μαθητή ενεργά στην αναζήτηση σχέσεων και στη διαμόρφωση νέων γνωστικών σχημάτων μέσα από συνειδητές διαδικασίες (αναστοχασμός).
- β) *Τελικό προϊόν της εργασίας*: Η *Μίμηση* ως διδακτική δράση έχει ως τελικό προϊόν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο σύμφωνα με τις οδηγίες που έδωσε ο

εκπαιδευτικός ενώ η *Δημιουργία* δίνει την ελευθερία στο μαθητή να εκφραστεί ατομικά ή συλλογικά με προσωπικό τρόπο (εξοικείωση) παράγοντας ένα προσωπικό τελικό προϊόν το οποίο υπακούει σε συγκεκριμένες προδιαγραφές.

γ) *Νοητικές διεργασίες*: Η *Πρακτική άσκηση* ενεργοποιεί συγκεκριμένες γνωστικές δεξιότητες, χρήσιμες στην περίπτωση αυτοματισμών. Η *Εξερεύνηση*, από την άλλη, επιτρέπει την ελευθερία επιλογής στις νοητικές διαδικασίες που ο μαθητής επιλέγει να εκτελέσει ανάλογα με το προσωπικό του στυλ και το στάδιο της προσωπικής του εξέλιξης (αυτορρύθμιση).

Επομένως, μία διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο του εποικοδομισμού, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα ενδιαφέροντα του μαθητή, στα ιδιαίτερα μαθησιακά χαρακτηριστικά του και στην ενεργή συμμετοχή του, μπορεί να οργανωθεί σπονδυλωτά, εντάσσοντας σταδιακά δράσεις που προάγουν την ενεργή συμμετοχή στη διαμόρφωση της νέας γνώσης (από τη λήψη πληροφορίας στον πειραματισμό), την ελευθερία στην έκφραση (από τη μίμηση στη δημιουργία) και την ελευθερία στην επιλογή των νοητικών διεργασιών που επιλέγει κάθε στιγμή ο μαθητής να εκτελέσει, ανάλογα με τις ανάγκες του και τα ενδιαφέροντά του (από την πρακτική άσκηση στην εξερεύνηση).

## 10.4 Μεθοδολογία ανάπτυξη δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής

### 10.4.1 Ένταξη στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα

Η ένταξη της ρομποτικής στο αναλυτικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να θεμελιωθεί σε δύο βασικά επιχειρήματα. Το πρώτο συναρτάται με τον προπαρασκευαστικό ρόλο της σχολικής εκπαίδευσης και αφορά την *εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης* ενώ το δεύτερο απορρέει από την παιδαγωγική διάσταση της εκπαίδευσης και αφορά την *εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης*.

*Η εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης*: Η ρομποτική τεχνολογία είναι παρούσα σε όλες τις εκδηλώσεις της καθημερινής μας ζωής. Ως εκ τούτου, ο μαθητής ως μελλοντικός πολίτης οφείλει να έχει μια ελάχιστη κατανόηση της λειτουργίας της, να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιεί αποτελεσματικά και να αντιλαμβάνεται τη συμβολή που μπορεί να έχει αυτή στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του. Από την άλλη, η ρομποτική αποτελεί έναν ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και πολλά υποσχόμενο κλάδο της Τεχνολογίας στον οποίον ο μαθητής ως μελλοντικός επιστήμονας θα μπορούσε να εργαστεί. Ως εκ τούτου, η εκπαίδευσή του στις βασικές αρχές αυτού του κλάδου στο πλαίσιο της υποχρεωτικής και της προαιρετικής εκπαίδευσης είναι σημαντική. Αυτό το επιχείρημα συνηγορεί στην ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο μάθημα της Πληροφορικής, της

Τεχνολογίας, της Μηχανολογίας για τη διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού, σχεδιασμού και μηχανολογίας.

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης: Η ενασχόληση με τις ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα που υπηρετεί αποτελεσματικά διδακτικές παρεμβάσεις μέσα στο πλαίσιο του εποικοδομισμού. Μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, όπως η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Φυσική, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την προσωπική έκφραση του μαθητή. Σε αυτό το πλαίσιο, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις μικρής διάρκειας. Παραδείγματα τέτοια είναι μία ρομποτική διάταξη που επιτρέπει τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης (σχέση χρόνου - μετατόπισης, σχέση χρόνου – ταχύτητας) ή μία ρομποτική διάταξη που επιτρέπει τη μέτρηση της θερμοκρασίας ενός υγρού που θερμαίνεται. Με ανάλογο τρόπο, η ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την αντιμετώπιση ανοιχτών ερωτημάτων και προβλημάτων των αντίστοιχων γνωστικών αντικειμένων, όπως είναι, για παράδειγμα, το ερώτημα 'Πώς αλλάζει η θερμοκρασία ενός δωματίου κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας;'.

Τα επιχειρήματα που καταγράφηκαν παραπάνω μπορούν να εξυπηρετηθούν εξίσου μέσω διαθεματικών διδακτικών παρεμβάσεων που αποσκοπούν στη μελέτη ενός θέματος/προβλήματος. Ο προτεινόμενος τρόπος οργάνωσης της διδασκαλίας είναι το μοντέλο της συνθετικής εργασίας. Το μοντέλο της συνθετικής εργασίας, επίσης, επιτρέπει την πλήρη αξιοποίηση του δυναμικού των εργαλείων της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο του εποικοδομισμού, μιας και μπορεί να φιλοξενήσει τον προσωπικό προβληματισμό των μαθητών, να οδηγήσει σε ποικίλους πειραματισμούς και να υλοποιηθεί μέσα από συνεργατικές δραστηριότητες.

Ειδικότερα στο χώρο του Δημοτικού σχολείου, τέτοιες συνθετικές εργασίες μπορούν να αναπτυχθούν στα μαθήματα των Μαθηματικών, της Πληροφορικής, της Μελέτης Περιβάλλοντος, των Φυσικών και της Ευέλικτης ζώνης, ενώ στο Γυμνάσιο μπορούν να ενταχτούν στα μαθήματα της Τεχνολογίας, Φυσικής και της Πληροφορικής. Αυτό δεν αποκλείει βέβαια και την αξιοποίησή τους σε δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος που στηρίζονται στην εθελοντική συμμετοχή των μαθητών.

#### **10.4.2 Μεθοδολογία ανάπτυξης συνθετικών εργασιών**

Οι συνθετικές εργασίες είναι ιδιαίτερα απαιτητικές, τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς που τις κατευθύνουν. Η οργάνωση της συνθετικής εργασίας οφείλει να είναι τέτοια που να διασφαλίζει τη συστηματική καθοδήγηση των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια του έργου και να παρέχει στους μαθητές τα απαραίτητα εργαλεία για την επιτυχή υλοποίησή της, είτε αυτά είναι γνώσεις και

δεξιότητες είτε αυτά είναι εργαλεία οργάνωσης και αυτοπαρακολούθησης της πορείας της εργασίας.

Η μεθοδολογία ανάπτυξης συνθετικών εργασιών που προτείνεται εδώ είναι βασισμένη στο μοντέλο των Carbonaro, Rex & Chambers (2004) και περιλαμβάνει πέντε στάδια: ενεργοποίηση, εξερεύνηση, διερεύνηση, δημιουργία, παρουσίαση (Πίνακας 10.1). Κάθε ένα από τα στάδια αυτά έχει συγκεκριμένη στοχοθεσία, η οποία υποστηρίζεται από τις κατάλληλες διδακτικές δράσεις. Η σπονδυλωτή αυτή οργάνωση αποσκοπεί στην ανάπτυξη επιμέρους διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες σταδιακά μεταφέρουν την απόφαση και τον έλεγχο της εργασίας από τον εκπαιδευτικό στο μαθητή. Η ακόλουθη οργάνωση μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη οποιασδήποτε διδακτικής ενότητας ανεξάρτητα από τη διάρκειά της, τη θεματολογία της και τα τεχνολογικά εργαλεία που αξιοποιεί.

1. **Ενεργοποίηση:** Σε αυτό το στάδιο γίνεται η εισαγωγή του προβλήματος που θα μελετήσουν οι μαθητές. Το πρόβλημα αναλύεται και εμπλουτίζεται με τη βοήθεια της ομάδας, η οποία δεσμεύεται για την υλοποίησή του. Πρόκειται για ένα στάδιο στο οποίο υπάρχουν οι διδακτικές δράσεις της μίμησης (μελετώ κάτι έτοιμο), εξερεύνησης και δημιουργίας.

**Πίνακας 10. 1:** Στάδια, στόχοι και ενδεικτικές διδακτικές δράσεις οργάνωσης μίας συνθετικής εργασίας.

Στάδιο	Γενική στοχοθεσία	Ενδεικτικές διδακτικές δράσεις
<b>Ενεργοποίηση</b>	→ Εισαγωγή του προβλήματος → Διατύπωση των αρχικών ερωτημάτων/προβλημάτων προς διερεύνηση → Οργάνωση ομάδων	Μίμηση Εξερεύνηση Δημιουργία
<b>Εξερεύνηση</b>	→ Μελέτη του τρόπου λειτουργίας και των δυνατοτήτων των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών και του λογισμικού	Μίμηση Λήψη πληροφορίας Πειραματισμός Πρακτική άσκηση
<b>Διερεύνηση</b>	→ Διερεύνηση επιμέρους προβλημάτων	Εξερεύνηση Πειραματισμός
<b>Δημιουργία</b>	→ Σύνθεση ενιαίας λύσης → Τεκμηρίωση	Δημιουργία Εξερεύνηση Πειραματισμός
<b>Παρουσίαση</b>	→ Παρουσίαση → Αυτοαξιολόγηση ομάδων → Αξιολόγηση από ομοίους → Αξιολόγηση τελικών προϊόντων και συνεργασίας	Δημιουργία

2. **Εξερεύνηση:** Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης, οι μαθητές αποκτούν τα απαραίτητα εφόδια για να ολοκληρώσουν την εργασία τους, όπως είναι η εισαγωγή νέων πληροφοριών και η καλλιέργεια δεξιοτήτων. Στο στάδιο αυτό εντάσσονται διδακτικές δράσεις όπως η *μίμηση*, η *λήψη πληροφορίας*, η *πρακτική άσκηση* και, κυρίως, ο *πειραματισμός*.

3. **Διερεύνηση:** Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τη γνώση και την εμπειρία τους για να δώσουν απάντηση σε κάποιο πρόβλημα. Πρόκειται για *εξερεύνηση* που συνδυάζεται με *πειραματισμό*.

4. **Δημιουργία:** Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές συνθέτουν μια τελική λύση του προβλήματος. Διδακτικές δράσεις που αναπτύσσονται είναι η *δημιουργία*, ο *πειραματισμός* και η *εξερεύνηση*.

5. **Παρουσίαση:** Οι μαθητές κοινοποιούν τις εργασίες τους, αξιολογούν και αξιολογούνται στο πλαίσιο της ομάδας. Η διδακτική δράση που αναπτύσσεται εδώ είναι η *δημιουργία*.

**Πίνακας 10.2:** Ερωτήσεις που καθοδηγούν το σχεδιασμό μιας συνθετικής εργασίας.

---

#### Προετοιμασία

1. Ποιοι είναι οι εκπαιδευτικοί στόχοι;
  2. Ποιες είναι οι διαθεματικές δεξιότητες/γνώσεις που θα αξιοποιηθούν;
  3. Ποια είναι τα ερωτήματα/προβλήματα που θα διερευνηθούν;
- 

#### Ενεργοποίηση

1. Ποια είναι η κατάλληλη παρουσίαση για την εισαγωγή του θέματος; Με ποια μέσα θα κινητοποιηθεί η σκέψη των μαθητών;
  2. Βάσει ποιου σεναρίου θα γίνει η εισαγωγή στη δραστηριότητα;
  3. Πώς θα οργανωθεί ο αρχικός διάλογος με τους μαθητές; Πώς θα κατηγοριοποιηθούν οι πληροφορίες που θα παρουσιαστούν;
  4. Με ποιο τρόπο τα προσωπικά ερωτήματα των μαθητών θα ενταχτούν στο αρχικό σενάριο;
  5. Ποια θα είναι τα τελικά προϊόντα της εργασίας;
  6. Ποια θα είναι η σύνθεση των ομάδων για την καλύτερη αντιμετώπιση του συγκεκριμένου έργου;
- 

#### Εξερεύνηση

1. Ποιες είναι οι γνώσεις που οφείλουν να έχουν οι μαθητές για να αντιμετωπίσουν το συγκεκριμένο πρόβλημα;
  2. Με ποιον τρόπο θα γίνει η υπενθύμιση/επανάληψη των προαπαιτούμενων γνώσεων ή θα διδαχτούν οι νέες γνώσεις; Ποια ερωτήματα/δράσεις θα ενισχύσουν την κατανόηση;
  3. Εξασφαλίζεται μέσα από τις διδακτικές τεχνικές που επιλέγονται ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε όλες τις φάσεις;
  4. Μήπως χρειάζεται να γίνει υπενθύμιση ή διδασκαλία κάποιων τεχνικών πειραματισμού, έρευνας και συνεργασίας;
  5. Με ποια εργαλεία θα αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο επιτεύχθηκαν οι στόχοι του συγκεκριμένου σταδίου; Με ποια μέσα θα δοθεί ανατροφοδότηση στους μαθητές;
-

**Διερεύνηση**

1. Ποιες τεχνικές αυτοοργάνωσης θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές;
2. Με ποιους τρόπους θα γίνει η ανατροφοδότηση των ομάδων κατά τη διάρκεια της αυτόνομης εργασίας;
3. Με ποιους τρόπους θα γίνει η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων και πώς θα διασφαλιστεί η αξία αυτής της επικοινωνίας;

**Δημιουργία**

1. Με ποια μέσα θα συντηρηθεί/ενθαρρυνθεί η κινητοποίηση των μαθητών;
2. Με ποιο τρόπο τεκμηριώνεται η εργασία των μαθητών;
3. Πώς θα οργανωθεί η παρουσίαση των εργασιών των μαθητών;
4. Ποια είναι τα εργαλεία αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν;

**Παρουσίαση**

1. Ποια μορφή θα έχει η αυτοαξιολόγηση των ομάδων και των μαθητών ατομικά;
2. Ποια μορφή θα έχει η αξιολόγηση που θα πραγματοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό;
3. Με ποιον τρόπο θα δοθεί ανατροφοδότηση από την υπόλοιπη τάξη;

Στον Πίνακα 10.2 θα βρείτε ερωτήσεις με τις οποίες ο εκπαιδευτικός μπορεί να κατευθυνθεί στο σχεδιασμό μιας συνθετικής δραστηριότητας. Στη συνέχεια ακολουθεί μία συνθετική εργασία με τον τίτλο ο 'Χορευτής', η οποία έχει αναπτυχτεί με βάση το μοντέλο που περιγράφηκε παραπάνω. Το παράδειγμα αποτελείται από την περιγραφή της συνθετικής εργασίας, που απευθύνεται στον εκπαιδευτικό, και από επτά φύλλα εργασίας, που απευθύνονται στο μαθητή. Στα φύλλα εργασίας 3 και 4 έχουν συμπεριληφθεί πολλά χρήσιμα στοιχεία για τα αντίστοιχα λογισμικά. Επομένως, ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιείτε στην τάξη, επιλέξτε την κατάλληλη έκδοση (LEGO MINDSTORMS Education NXT ή Microwords EX Robotics). Τα υπόλοιπα φύλλα εργασίας είναι ανεξάρτητα από το λογισμικό.

**10.4.3 Παράδειγμα συνθετικής εργασίας: Χορευτής****Εισαγωγή**

Η προτεινόμενη συνθετική εργασία είναι ενδεικτική, έχει εισαγωγικό χαρακτήρα και αφορά την αξιοποίηση της ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μέσα από την κατασκευή μίας κινούμενης οντότητας, του Χορευτή. Οι μαθητές κατασκευάζουν μία οντότητα που μπορεί να κινείται στο χώρο με τη χρήση δομικού υλικού της Lego (σύστημα Lego Mindstorms) και προγραμματίζουν την κίνησή της με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού. Η δραστηριότητα απευθύνεται κυρίως σε μαθητές που δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία στην εκπαιδευτική ρομποτική.

**Στόχοι**

Η δραστηριότητα καλύπτει γνωστικούς στόχους που αφορούν το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, της Μουσικής και της Τεχνολογίας ενώ, παράλληλα, καλλιεργούνται δεξιότητες και στάσεις που μπορούν να βρουν εφαρμογή και σε άλλες γνωστικές περιοχές.



Οι μαθητές μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας αυτής θα μπορούν:

Γνωστικοί στόχοι:

- Να περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ρομπότ (Τεχνολογία).
- Να κατονομάζουν και να εξηγούν τη λειτουργία απλών δομικών στοιχείων όπως είναι τα γρανάζια, οι άξονες, και οι σύνδεσμοι (Τεχνολογία).
- Να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν μία κινούμενη οντότητα χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα υλικά (ρόδες, άξονες, κινητήρες) (Τεχνολογία).
- Να χρησιμοποιούν κατάλληλο λογισμικό και προγραμματιστικές δομές για να κινήσουν και να ελέγξουν την κινούμενη οντότητα με τη βοήθεια κινητήρων και αισθητήρων (χρήση εικονοεντολών, εντολών ελέγχου, επανάληψης) (Πληροφορική).
- Να μετρούν φυσικές ποσότητες που επιδρούν στη σχεδίαση και στη λειτουργία της οντότητας, όπως η ένταση του φωτός, ο χρόνος και η απόσταση (Φυσική).
- Να συγκρίνουν και να αξιολογούν προτεινόμενες λύσεις τόσο για την κατασκευή όσο και για τον προγραμματισμό των μοντέλων.

Δεξιότητες:

- Να αξιοποιούν τεχνικές επίλυσης προβλήματος.
- Να διατυπώνουν υποθέσεις και να ελέγχουν την ορθότητά τους.
- Να διατυπώνουν και να αξιολογούν επιχειρήματα που στηρίζονται στα δεδομένα τα οποία έχουν συλλέξει.
- Να αυτοοργανώνονται και να ελέγχουν την πορεία της εργασίας τους.

Στάσεις:

- Να γνωρίζουν και να αξιολογούν την προσφορά της επιστήμης και της τεχνολογίας στην ευημερία του σύγχρονου ανθρώπου.
- Να εργάζονται σε ομάδες και να λειτουργούν συνεργατικά, με σεβασμό στην ιδιαιτερότητα του καθενός.

---

**Απαιτούμενοι Πόροι**

Ενδεικτική Χρονική διάρκεια: Η συνολική δραστηριότητα μπορεί να καλύψει 10 διδακτικές ώρες αν αναπτυχτεί στο σύνολό της. Μπορεί όμως ο εκπαιδευτικός να επιλέξει και να πραγματοποιήσει μερικές μόνο από τις δράσεις της, οπότε σε αυτή την περίπτωση η διάρκειά της θα είναι μικρότερη.

Ηλικιακή ομάδα – Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα: Η δραστηριότητα απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου (Α΄, Β΄ και Γ΄ τάξη) που έχουν βασικές γνώσεις χρήσης υπολογιστή (εξοικείωση με λειτουργικό σύστημα, αποθήκευση και ανάκτηση αρχείων). Η δραστηριότητα είναι διαθεματική, ανάλογα με τον τρόπο εισαγωγής της και την έμφαση που δίνεται στην ανάπτυξή της, μπορεί να ενταχτεί στην Τεχνολογία των Α΄ και Β΄ Γυμνασίου, στην Πληροφορική των Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου (στο πλαίσιο των συνθετικών εργασιών).

Λογισμικό/Υλικό: Η εκπαιδευτική ρομποτική απαιτεί τόσο τη χρήση κατάλληλου δομικού υλικού για την κατασκευή των ρομποτικών μοντέλων όσο και τη χρήση κατάλληλου λογισμικού για τον προγραμματισμό τους. Δομικό υλικό που αξιοποιείται στο παράδειγμα αυτό είναι το δομικό υλικό της Lego Mindstorms. Ο προγραμματισμός των μοντέλων μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού Lego Mindstorms Edu NXT. Με ανάλογη

---

επιτυχία θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και το Microwords EX Robotics.

---

### **Προτεινόμενη πορεία διδασκαλίας**

---

Η περιγραφή που ακολουθεί αποτελεί μία προτεινόμενη πορεία εφαρμογής στην τάξη. Στόχο έχει να αναδείξει εργαλεία τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής μέσα από τις σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Ως εκ τούτου, σε καμία περίπτωση δεν προτείνεται η αντιγραφή της από τους εκπαιδευτικούς, αλλά η δημιουργική διαφοροποίησή της για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες κάθε ομάδας μαθητών, τους στόχους του εκπαιδευτικού και της ευρύτερης κοινωνικής ομάδας στην οποία αυτοί ανήκουν.

#### **1. Ενεργοποίηση**

**Διάρκεια: 1 ώρα**

**Φύλλο Εργασίας 1: Μία κινούμενη οντότητα**

Κατά τη διάρκεια της πρώτης διδακτικής ώρας, ο εκπαιδευτικός εισάγει την έννοια του ρομπότ. Η εισαγωγή μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ενός video με θέμα τις ρομποτικές κατασκευές. Στο διαδίκτυο υπάρχουν αρκετές διευθύνσεις με κατάλληλο υλικό. Ενδεικτικά, αναφέρουμε την ιστοσελίδα της Education Robots Dot Com, <http://www.educationrobots.com/VB.htm>, όπου υπάρχουν βίντεο με βιομηχανικά ρομπότ και την ιστοσελίδα της Nasa, <http://marsrovers.nasa.gov/gallery/>, όπου φιλοξενούνται εικόνες και βίντεο της ρομποτικής κατασκευής Mars Exploration Rover. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν παραδείγματα ρομπότ που είναι διαθέσιμα στην επίσημη σελίδα της Lego (<http://mindstorms.lego.com/nxtlog/ProjectList.aspx>). Θέματα που μπορούν να συζητηθούν στην ολομέλεια είναι: 'Τι είναι ένα ρομπότ;', 'Τι διαφοροποιεί ένα ρομπότ από μια οποιαδήποτε άλλη μηχανή;'. Στο συγκεκριμένο στάδιο μπορεί να εκπονηθεί από μικρές ομάδες μαθητών η *Δραστηριότητα 3* του *Φύλλου Εργασίας 1: Μία κινούμενη οντότητα*, χρησιμοποιώντας το NXT και έναν αισθητήρα αφής, καθώς και η *Δραστηριότητα 4* του ίδιου φύλλου εργασίας, και στη συνέχεια να γίνει ανταλλαγή απόψεων στην ολομέλεια της τάξης.

Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός θέτει την αρχική ιδέα της συνθετικής εργασίας, που είναι η κατασκευή ενός Χορευτή-ρομπότ. Καλεί τους μαθητές να περιγράψουν με σαφήνεια τη μορφή και τη συμπεριφορά που επιθυμούν να έχει ο Χορευτής-ρομπότ που θα κατασκευάσουν. Η καταγραφή όλων των χαρακτηριστικών του Χορευτή-ρομπότ, μετά και τη συμφωνία της ολομέλειας της τάξης, μπορεί να γίνει poster το οποίο θα αναρτηθεί στον πίνακα ανακοινώσεων και να παραμείνει εκεί για όλη τη διάρκεια της συνθετικής εργασίας.

---

## 2. Εξερεύνηση

**Διάρκεια:** 3 ώρες

**Φύλλο Εργασίας 2:** Κατασκευή ενός Χορευτή-ρομπότ,

**Φύλλο Εργασίας 3:** Κίνηση του Χορευτή: Από το ένα βηματάκι στη χορογραφία

**Φύλλο Εργασίας 4:** Ο Χορευτής αποκτά μάτια!

**Κατασκευή:** Στο πλαίσιο της πρώτης διδακτικής ώρας, οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τα υλικά και θα κάνουν μια πρώτη κατασκευή του Χορευτή (*Φύλλο Εργασίας 2: Κατασκευή ενός Χορευτή*). Η κατασκευή μπορεί να γίνει με τη βοήθεια οδηγιών ή ελεύθερα από κάθε ομάδα, αν η εμπειρία τους τους το επιτρέπει. Οδηγίες συναρμολόγησης μιας βασικής κατασκευής (δύο κινητήρες, αισθητήρας) υπάρχουν στο λογισμικό Lego Mindstorms Edu NXT (παράδειγμα Robot Educator 3/Drive Forward). Μπορείτε, επίσης, να συντάξετε τις δικές σας οδηγίες χρησιμοποιώντας το λογισμικό Lego Digital Designer, που θα βρείτε στην ηλεκτρονική διεύθυνση (<http://ldd.lego.com/>). Πριν από την κατασκευή θα ήταν χρήσιμο να πραγματοποιηθεί μια συζήτηση με τους μαθητές για τα κριτήρια αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των κατασκευών. Η λίστα των κριτηρίων καθώς και η βαθμολόγησή τους μπορεί να συμπληρωθεί από την ολομέλεια της τάξης και να αναρτηθεί σε έναν πίνακα ανακοινώσεων, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να τη συμβουλευθούν κατά τη διάρκεια της εργασίας τους (Πίνακας 10.3).

**Πίνακας 10. 3:** Ενδεικτικά κριτήρια για την αξιολόγηση της ρομποτικής κατασκευής.

Κριτήριο	4	3	2	1
Είναι αξιόπιστη; Δουλεύει πάντα;				
Είναι εύχρηστη;				
Είναι λιτή στην κατασκευή της;				
Δουλεύει όπως αναμενόταν;				
Είναι πρωτότυπη;				

**Προγραμματισμός:** Κατά τη διάρκεια της δεύτερης διδακτικής ώρας, οι μαθητές θα θέσουν σε κίνηση το Χορευτή τους και θα προγραμματίσουν τη μηχανή έτσι ώστε οι ενέργειες της να εξαρτώνται από τις τιμές των αισθητήρων. Αυτό γίνεται σταδιακά μέσα από τις δραστηριότητες του *Φύλλου Εργασίας 3: Κίνηση του Χορευτή*.

Αν χρησιμοποιήσετε το λογισμικό LEGO MINDSTORMS Education NXT, επιλέξτε το φύλλο εργασίας με την ανάλογη ένδειξη. Οι μαθητές δημιουργούν και δοκιμάζουν το πρώτο πρόγραμμα, που θέτει σε κίνηση το Χορευτή με την εντολή MOVE (*Δραστηριότητα 1*). Πειραματίζονται με τις ρυθμίσεις της συγκεκριμένης εντολής και ανακαλύπτουν με ποιον τρόπο μπορούν να τροποποιήσουν τη διάρκεια της κίνησης, την ταχύτητα κίνησης και τη στροφή του ρομπότ (*Δραστηριότητα 2*). Οι πειραματισμοί μπορούν να γίνουν από όλες τις ομάδες ή μπορεί να ανατεθεί ένας πειραματισμός σε κάθε ομάδα και στο τέλος να γίνει ανταλλαγή συμπερασμάτων στην ολομέλεια (*Δραστηριότητα 2*). Βεβαιωθείτε ότι όλοι οι μαθητές κατανόησαν τον τρόπο με τον οποίον μπορούν να κάνουν το Χορευτή να στρίβει. Στη συνέχεια, οι μαθητές σχεδιάζουν και υλοποιούν μία σειρά εντολών που συνθέτουν μια χορευτική φιγούρα (ακολουθιακή δομή, *Δραστηριότητα 3*). Τέλος, η εντολή της επανάληψης εισάγεται μέσα από την ανάγκη να επαναληφθεί μια χορευτική φιγούρα

περισσότερες από μία φορές (*Δραστηριότητα 4*).

Αν αξιοποιήσετε το λογισμικό Microwords EX Robotics, επιλέξτε το φύλλο εργασίας με την ανάλογη ένδειξη. Αν οι μαθητές δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία με αυτό το λογισμικό, θα πρέπει να γίνει σταδιακή εισαγωγή στην οθόνη του λογισμικού και στη σύνταξη διαδικασιών πριν να γίνει εισαγωγή των εντολών κίνησης των κινητήρων και ελέγχου των παραμέτρων τους (*Δραστηριότητες 1, 2*). Στη συνέχεια, οι μαθητές μπορούν να συνθέσουν μόνοι τους μία διαδικασία που να θέτει το Χορευτή σε μία σύνθετη κίνηση (*Δραστηριότητα 3 – Μία φιγούρα*) και στη συνέχεια, με την εντολή χρήση υπερδιαδικασιών, να φτιάξουν μία χορογραφία (*Δραστηριότητα 4*).

Στην επόμενη διδακτική ώρα, οι μαθητές εισάγονται στην έννοια του αισθητήρα και των εντολών με τις οποίες μπορεί να αξιοποιηθεί αυτός στο πλαίσιο του προγραμματισμού (εντολές ελέγχου, *Φύλλο Εργασίας 4: Ο Χορευτής αποκτά μάτια!*). Επιλέξτε φύλλο εργασίας ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιείτε.

### 3. Διερεύνηση

*Διάρκεια: 2 ώρες*

*Φύλλο Εργασίας 5: Μελέτη ενός προβλήματος*

Μέσα από τις εκπαιδευτικές δράσεις που πραγματοποιήθηκαν στα προηγούμενα στάδια, οι μαθητές έχουν εξοικειωθεί σε ικανοποιητικό βαθμό με τα υλικά και είναι πλέον σε θέση να προχωρήσουν στην αναζήτηση λύσεων σε ανοιχτά προβλήματα. Μπορεί να γίνει μια επαναληπτική συζήτηση στην οποία θα επαναδιατυπωθούν τα ερωτήματα που τέθηκαν στην εισαγωγική συνάντηση και θα εμπλουτιστούν. Στη συνέχεια, κάθε ομάδα μπορεί να αναλάβει τη διερεύνηση ενός συγκεκριμένου ερωτήματος/προβλήματος.

Πιθανά ερωτήματα προς διερεύνηση είναι:

- Πώς ο χορευτής θα χορεύει μόνο όταν ακούγεται μουσική;
- Με ποιον τρόπο θα κινείται μέσα στα όρια της πίστας χορού;
- Με ποιον τρόπο μπορούμε να του διδάξουμε συγκεκριμένους χορούς;
- Πώς μπορεί να διατηρεί απόσταση ασφαλείας από άλλους χορευτές που βρίσκονται στον ίδιο χώρο;
- Μπορεί να χορεύει περισσότερους από ένα χορούς;
- Μπορεί να προβάλλει εικόνες στην οθόνη του καθώς χορεύει;

Μέσα από το *Φύλλο Εργασίας 5: Μελέτη ενός προβλήματος* οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν το ημερολόγιο για τις δράσεις τους και να προετοιμάσουν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των εργασιών τους. Τα προϊόντα των εργασιών όλων των ομάδων είναι καλό να είναι διαθέσιμα σε όλη την τάξη.

### 4. Δημιουργία

*Διάρκεια: 2 ώρες*

*Φύλλο Εργασίας 6: Και Χορεύω, χορεύω, χορεύω*

Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν δημιουργικά όλα τα στοιχεία που κατασκεύασαν και μελέτησαν μέχρι τώρα και να προτείνουν μία συνολική λύση. Καταγράφουν χρήσιμες ιδέες που προτάθηκαν από τους συμμαθητές τους στη διάρκεια της διερεύνησης, τόσο στο κατασκευαστικό όσο και στο προγραμματιστικό μέρος.

Μελετούν τη διατύπωση του προβλήματος και στη συνέχεια καλούνται να συνθέσουν μια τελική λύση. Ειδικότερα σε αυτό το στάδιο, οι μαθητές δημιουργούν τα δικά τους προσωπικά κατασκευάσματα, αφού έχουν πρώτα αποκτήσει την εμπειρία που απαιτείται και έχουν αντλήσει ιδέες από όλη την τάξη. Ειδικότερα, διατυπώνονται με σαφήνεια τα ερωτήματα, καταγράφονται οι ιδέες που μπορεί να οδηγήσουν στη λύση, οι ιδέες δοκιμάζονται μέσα από πειραματισμούς, ακολουθεί αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του πειραματισμού, σύνθεση τελικών προϊόντων, τεκμηρίωση των επιλογών και προετοιμασία της παρουσίασης. Σε αυτή τη φάση θα πρέπει να είναι ξεκάθαρα τα κριτήρια αξιολόγησης της εργασίας (Πίνακας 10.4).

**Πίνακας 10.4:** Ενδεικτικά ερωτήματα για την αξιολόγηση της εργασίας των μαθητών.

<b>Ως προς την προτεινόμενη λύση:</b>
Είναι η προτεινόμενη λύση αποτελεσματική;
Έχει σταθερότητα ως προς τα αποτελέσματά της;
Είναι πρωτότυπη;
Είναι απλή;
Είναι ασφαλής;
<b>Ως προς τη διαδικασία που ακολουθήθηκε:</b>
Τέθηκαν ερωτήματα;
Δοκιμάστηκαν περισσότερες από μία λύσεις;
Υποστηρίχθηκαν οι επιλογές με επιχειρήματα;
Αξιοποιήθηκαν νέες γνώσεις/δεξιότητες που αποκτήθηκαν κατά τη διαδικασία;
<b>Ως προς τη συνεργασία:</b>
Εκφράστηκαν οι ιδέες/απόψεις σας στην ομάδα;
Βοήθησε η συμβολή όλων στην ολοκλήρωση της εργασίας;
Υπήρχαν περιπτώσεις διαφοροποίησης κάποιων μελών σε σχέση με την υπόλοιπη ομάδα;

## 5. Παρουσίαση

**Διάρκεια:** 2 ώρες

**Φύλλο Εργασίας 7: Φύλλο αξιολόγησης μαθητή**

Κάθε ομάδα καλείται να παρουσιάσει την εργασία της και να συμμετάσχει στη συζήτηση – αξιολόγηση που θα διεξαχθεί μέσα στην τάξη. Ειδικότερα, οι μαθητές καλούνται: i) να παρουσιάσουν το αποτέλεσμα της εργασίας τους, ii) να υποστηρίξουν τις επιλογές τους και iii) να χρησιμοποιήσουν κριτήρια αξιολόγησης και να αξιολογήσουν τον εαυτό τους και τους άλλους. Στο Φύλλο Εργασίας 7: Φύλλο αξιολόγησης μαθητή θα βρείτε ένα ενδεικτικό φύλλο αξιολόγησης της εργασίας του μαθητή για όλη τη διάρκεια της συνθετικής εργασίας. Το φύλλο αυτό μπορεί να συμπληρωθεί από το μαθητή και τον εκπαιδευτικό. Με αυτό τον τρόπο, ο μαθητής αξιολογεί ο ίδιος την εργασία του και μπορεί και ο εκπαιδευτικός να δώσει ανατροφοδότηση. Το φύλλο αυτό κρίνεται σκόπιμο να έχει κοινοποιηθεί στους μαθητές σε προηγούμενα στάδια. Μια άλλη πρόταση, εξίσου λειτουργική σε περιπτώσεις που οι μαθητές έχουν εμπειρία στην αυτόνομη εργασία, είναι οι άξονες του φύλλου αξιολόγησης να αποτελέσουν αντικείμενο διαπραγμάτευσης και να προκύψουν από συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης (συμβουλευτείτε επίσης και το στάδιο Δημιουργία, Πίνακας 10.4).

## Φύλλο Εργασία 1: Χορευτής

### Μία κινούμενη οντότητα

1. Στο πλαίσιο αυτής της συνθετικής εργασίας θα:

**Κατασκευάσετε**

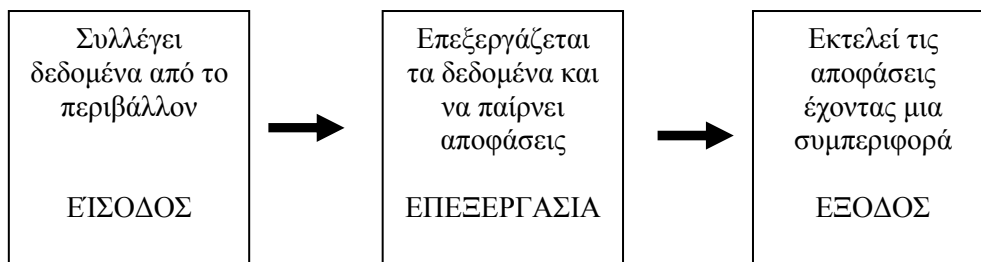
**Προγραμματίσετε**

**Δοκιμάσετε**



ένα ρομπότ...

2. Η ρομποτική κατασκευή είναι μία κατασκευή που μπορεί να:



3. Πειραματιστείτε με τη βοήθεια του NXT και ενός αισθητήρα αφής συνδεδεμένου στη θύρα 1. Τι παρατηρείτε όταν πατήσετε το κουμπί(\*);

#### Υπόδειξη

(\*) Για τον πειραματισμό ανοίξτε το NXT, εντοπίστε το φάκελο Try me/Try Touch με το (αριστερό) βέλος, επιλέξτε τον πατώντας το πορτοκαλί κουμπί, πατήστε ξανά το πορτοκαλί κουμπί για να «τρέξετε» αυτό το πρόγραμμα.

Πατημένο κουμπί:.....

Ελεύθερο κουμπί: .....

4. Πώς θα χαρακτηρίζατε κάθε μία από τις ενέργειες που συμβαίνουν στον πειραματισμό της ερώτησης 3;

---

Ενέργεια	Χαρακτηρισμός
Προβολή στην οθόνη NXT	.....
Πάτημα του κουμπιού	.....

5. Γιατί ο διακόπτης του ηλεκτρικού ρεύματος δεν είναι ρομπότ;

6. Καταγράψτε τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά που θα θέλατε να έχει το ρομπότ-Χορευτής που θα κατασκευάσετε:

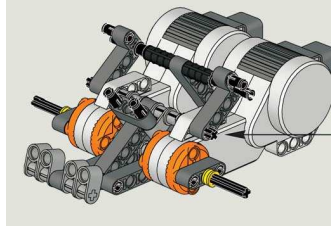


---

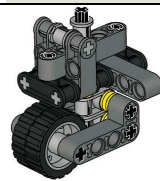
**Φύλλο εργασίας 2: Χορευτής****Κατασκευή ενός Χορευτή-ρομπότ**

1. Κατασκευάστε ένα Χορευτή-ρομπότ με τα υλικά που έχετε στη διάθεσή σας. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τις οδηγίες που θα βρείτε στο λογισμικό Lego Mindstorms Edu NXT (παράδειγμα Robot Educator/3. Drive Forward) ή να ακολουθήσετε τα βήματα και να κατασκευάσετε κάτι παρόμοιο με αυτό που φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν.

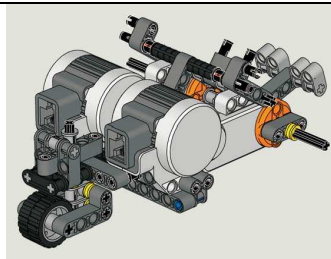
Βήμα 1



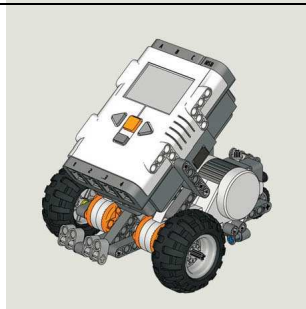
Βήμα 2



Βήμα 3

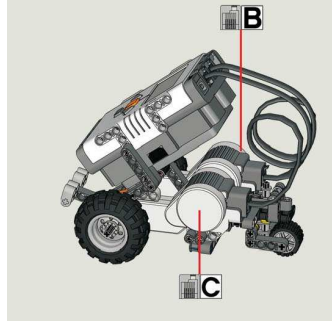


Βήμα 4





## Βήμα 5



2. Καταγράψτε τα ονόματα των υλικών που χρησιμοποιήσατε για την κατασκευή του Χορευτή(\*).

Υπόδειξη

(\*). Τα ονόματα των υλικών σας μπορεί να βρίσκονται στην ακόλουθη λίστα: Άξονες, Συνδετικοί πείροι, Τροχαλία, Άξονες, Δοκοί με προεξοχές, Τούβλα, Πλάκες, Τροχαλίες, Συνδετήρες, Δοκοί με γωνία, Ροδέλες, Τροχοί, αισθητήρας αφής, αισθητήρας φωτός, NXT, καλώδια, κινητήρες.

2. Πόσους κινητήρες χρειάζεται ο Χορευτής για να μπορεί να κινείται ελεύθερα σε όλες τις κατευθύνσεις (μπρος – πίσω, δεξιά – αριστερά);

3. Αξιολογήστε την κατασκευή σας:



**Φύλλο εργασίας 3: Χορευτής**

LEGO MINDSTORMS Education NXT

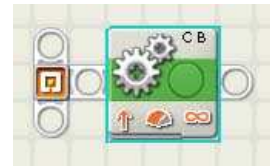
**Κίνηση του χορευτή: Από το ένα βηματάκι στη χορογραφία**

Σε αυτή τη διδακτική ώρα θα μάθετε να σχεδιάζετε απλά προγράμματα τα οποία μπορούν να κινήσουν το Χορευτή σας με διάφορους τρόπους.

**Δραστηριότητα 1: Ένα βήμα μπρος**

Για να φτιάξετε το πρώτο σας πρόγραμμα και να θέσετε σε κίνηση το Χορευτή που κατασκευάσατε, θα χρησιμοποιήσετε το λογισμικό LEGO MINDSTORMS Education NXT.

**Βήμα 1:** Ανοίξτε το λογισμικό και από την παλέτα (αριστερά) τοποθετήστε στην επιφάνεια εργασίας την εικόνα-εντολή MOVE. Αυτό είναι ένα πρόγραμμα. Αποθηκεύστε το με το όνομα Move\_fd.



**Βήμα 2:** Για να δοκιμάσετε το πρόγραμμα, ανοίξτε το NXT χρησιμοποιώντας το πορτοκαλί κουμπί. Συνδέστε το Χορευτή σας στον υπολογιστή. Βεβαιωθείτε ότι οι κινητήρες είναι συνδεδεμένοι στις θύρες C, B.

**Βήμα 3:** Στην οθόνη του υπολογιστή σας εντοπίστε το χειριστήριο του NXT. Με το κουμπί download κατεβάστε το πρόγραμμα. Εκτελέστε το πρόγραμμα με το πορτοκαλί κουμπί του NXT.

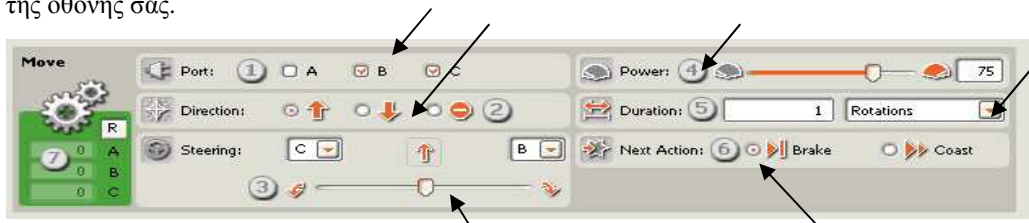
Προσοχή: Βεβαιωθείτε ότι η κατασκευή σας θα κινηθεί με ασφάλεια.



Τι παρατηρείτε κατά την εκτέλεση του προγράμματος από το Χορευτή;

**Δραστηριότητα 2: Αλλάζοντας το βήμα**

Παρατηρήστε την κάρτα με τις ρυθμίσεις της εντολής MOVE που υπάρχει στο κάτω μέρος της οθόνης σας.



Πειραματισμός 1: Τροποποιήστε την τιμή του ολισθητή 4. Ποια είναι η επίδραση που έχει στην κίνηση του Χορευτή;

Πειραματισμός 2: Πατήστε στο αναδύμενο μενού 5 και δοκιμάστε τις επιλογές που σας δίνονται: rotations, seconds, degrees, unlimited.

Πειραματισμός 3: Τροποποιήστε την τιμή του ολισθητή 3 προς τα δεξιά και τα αριστερά. Ποια είναι η επίδραση που έχει στην κίνηση του Χορευτή;

Πειραματισμός 4: Τι ρόλο έχουν οι επιλογές Brake, Coast;

Πειραματισμός 5: Αλλάξτε τις επιλογές στην περιοχή 1 και 2 και παρατηρήστε τι συμβαίνει. Συμπληρώστε πάνω στην εικόνα τι κάνει κάθε περιοχή της κάρτας των ρυθμίσεων.

### **Δραστηριότητα 3: Μία φιγούρα**

Σχεδιάστε και δοκιμάστε ένα πρόγραμμα με το οποίο ο Χορευτής κινείται ένα βήμα εμπρός, στη συνέχεια στρίβει προς τα δεξιά του και κάνει ένα βήμα πίσω. Σχεδιάστε τις εικόνες-εντολές που χρησιμοποιήσατε.

Τροποποιήστε το πρόγραμμα αυτό έτσι ώστε η συνολική κίνηση να μοιάζει με φιγούρα χορογραφίας. Σχεδιάστε τις κινήσεις που κάνει ο Χορευτής σας με γραμμές και βέλη.

### **Δραστηριότητα 4: Μία χορογραφία**

Αν ο Χορευτής επαναλάμβανε τη φιγούρα αυτή πολλές φορές, τότε η κίνησή του θα έμοιαζε με χορογραφία. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή της επανάληψης (loop). Βάλτε όλες τις εντολές που ορίζουν τα βήματα της φιγούρας του Χορευτή μέσα σε μια εντολή επανάληψης. Δοκιμάστε το πρόγραμμα που κατασκευάσατε.



## Φύλλο εργασίας 3: Χορευτής

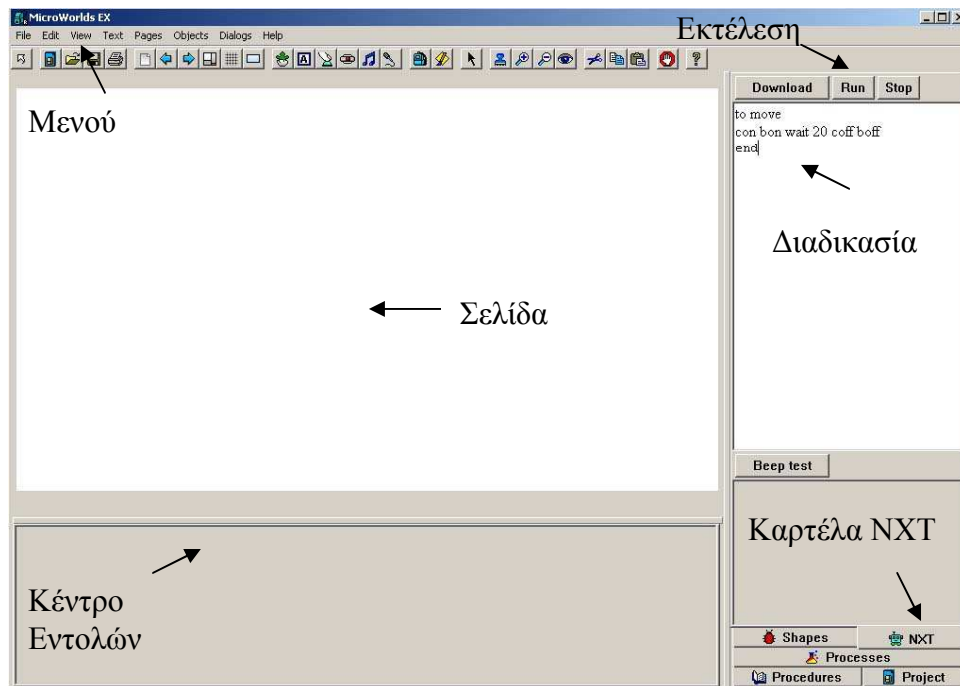
Microwords EX Robotics

**Κίνηση του χορευτή: Από το ένα βηματάκι στη χορογραφία**

Σε αυτή τη διδακτική ώρα θα μάθετε να σχεδιάζετε απλά προγράμματα τα οποία μπορούν να κινήσουν το Χορευτή σας με διάφορους τρόπους.

**Δραστηριότητα 1: Ένα βήμα μπρος και ένα βήμα πίσω**

Για να φτιάξετε το πρώτο σας πρόγραμμα και να θέσετε σε κίνηση το Χορευτή που κατασκευάσατε, θα χρησιμοποιήσετε το λογισμικό Microwords EX Robotics. Συνδέστε το καλώδιο του Χορευτή στον υπολογιστή (USB). Βεβαιωθείτε ότι οι κινητήρες είναι συνδεδεμένοι στις θύρες C, B.



**Βήμα 1:** Ανοίξτε το λογισμικό. Αναγνωρίστε τα μενού, τη γραμμή εργαλείων, τη σελίδα, το κέντρο εντολών και τις καρτέλες. Σε αυτή την έκδοση του λογισμικού θα βρείτε μία ακόμα καρτέλα με το όνομα NXT. Επιλέξτε την και θα εμφανιστούν τα κουμπιά *Download*, *Run*, *Stop*. Μπορείτε να ελέγξετε την επικοινωνία του υπολογιστή με την κατασκευή σας πατώντας το κουμπί *Beep test*. Αν όλα είναι, καλά θα ακούσετε τον ήχο.

**Βήμα 2:** Μπορείτε να ενεργοποιήσετε το Χορευτή σας από το κέντρο εντολών αλλά και από την καρτέλα NXT (δεξιά) όπως και στην περίπτωση της απλής Logo. Για να θέσετε σε κίνηση την κατασκευή σας, πληκτρολογήστε στην καρτέλα NXT τις παρακάτω εντολές:

```
to move_fd
con
bon
wait 20
coff
boff
end
```

Πατήστε το κουμπί *Download* για να μεταφερθεί το πρόγραμμα σας στο NXT και μετά το κουμπί *Run* για να το εκτελέσετε.

**Προσοχή:** Βεβαιωθείτε ότι η κατασκευή σας θα κινηθεί με ασφάλεια.

Τι παρατηρείτε κατά την εκτέλεση του προγράμματος από το Χορευτή;

.....

.....

.....

**Βήμα 3:** Παρατηρήστε το σύνολο των εντολών που πληκτρολογήσατε και εκτελέσατε στο προηγούμενο βήμα. Αυτό είναι ένα μικρό πρόγραμμα που μπορούμε να το ονομάσουμε και διαδικασία. Κάθε διαδικασία ορίζεται με την παρακάτω μορφή:

το όνομα

...

εντολές

...

end

Ποιο είναι το όνομα της διαδικασίας που ορίσατε στο βήμα 2;.....

Ποια νομίζετε ότι είναι η λειτουργία κάθε εντολής που χρησιμοποιείται στη διαδικασία αυτή;

```
con
```

```
bon
```

```
wait 20
```

```
coff
```

```
boff
```

Όταν αυτή η διαδικασία-πρόγραμμα μεταφέρεται στο NXT (Download), τότε αποθηκεύεται στο φάκελο My files/Software files με το όνομα της διαδικασίας, και μπορείτε να το εκτελέσετε και με τη βοήθεια των κουμπιών του NXT (πορτοκαλί κουμπί). Αποθηκεύστε το πρόγραμμα αυτό στον υπολογιστή σας με το όνομα Move\_fd.

**Βήμα 4:** Ποιες ενέργειες νομίζετε ότι θα εκτελέσει το παρακάτω πρόγραμμα;

```
to move_bk
con bon
crd brd
wait 20
coff boff
end
```

Δοκιμάστε το παρακάτω και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ποια είναι η λειτουργία της εντολής  
crd; .....

**Βήμα 5:** Σχεδιάστε και δοκιμάστε ένα πρόγραμμα το οποίο κινεί το χορευτή σας ένα βήμα προς και ένα βήμα πίσω. Στο τέλος της κίνησής του ο Χορευτής θα πρέπει να βρίσκεται στην αρχική του θέση.

## Δραστηριότητα 2: Αλλάζοντας το βήμα

### Χρήσιμες εντολές για τη λειτουργία των κινητήρων

**Διάρκεια κίνησης:** Στην προηγούμενη δραστηριότητα θέσατε σε κίνηση το χορευτή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα με τη βοήθεια της εντολής wait. Με παρόμοιο τρόπο λειτουργεί και η εντολή confortime. Τη διάρκεια της κίνησης του κινητήρα μπορείτε να την καθορίσετε και με τις μοίρες περιστροφής του μέσω της εντολής confordegrees.

Παράδειγμα:

confortime 20	θέτει σε κίνηση τον κινητήρα c για 20 δευτερόλεπτα
confordegrees 360	θέτει σε κίνηση τον κινητήρα c και τον περιστρέφει κατά 360°.

**Κατεύθυνση κίνησης:** Αν και η φορά περιστροφής των κινητήρων εξαρτάται από τον τρόπο σύνδεσης των καλωδίων και την κατασκευή, συνήθως η εντολή ενεργοποίησης του κινητήρα τον περιστρέφει αριστερόστροφα. Η φορά περιστροφής μπορεί να τροποποιηθεί με τη βοήθεια των εντολών του προγράμματος. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα:

Παράδειγμα:

crd	Αντιστρέφει τη φορά περιστροφής του κινητήρα c (από αριστερόστροφη σε δεξιόστροφη και αντίστροφα)
cthisway	Περιστρέφει τον κινητήρα c αριστερόστροφα (εξαρτάται και από τον τρόπο σύνδεσής του)
cthatway	Περιστρέφει τον κινητήρα c δεξιόστροφα (εξαρτάται και από τον τρόπο σύνδεσής του)



**Δραστηριότητα 4: Μία χορογραφία**

Αν ο Χορευτής επαναλάμβανε τη φιγούρα αυτή πολλές φορές, τότε η κίνησή του θα έμοιαζε με χορογραφία. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή της επανάληψης repeat σε μία νέα διαδικασία με το όνομα mydance. Δοκιμάστε το πρόγραμμα που κατασκευάσατε.

---



---



---



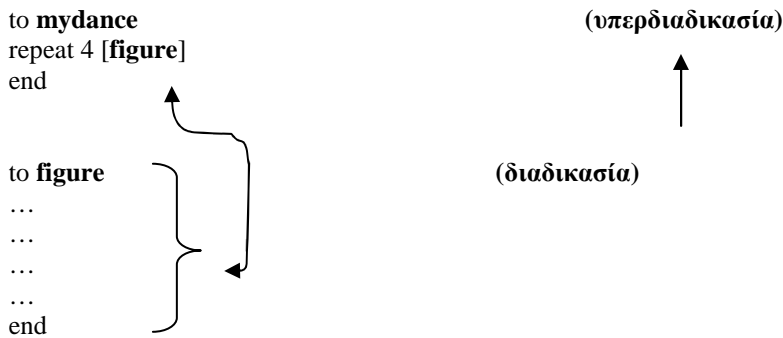
---



---

**Υπόδειξη: Διαδικασίες και υπερδιαδικασίες**

Για να εκτελέσετε ένα τέτοιο πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσετε δύο διαδικασίες. Η πρώτη είναι η figure (απλή διαδικασία) η οποία βάζει το χορευτή να εκτελέσει μια φιγούρα και η άλλη είναι η mydance (υπερδιαδικασία) η οποία βάζει το χορευτή να επαναλάβει 4 φορές τη διαδικασία figure.



Η υπερδιαδικασία βρίσκεται πάντα στην κορυφή της καρτέλας.



**Φύλλο εργασίας 4: Χορευτής**

LEGO MINDSTORMS Education NXT

**Ο Χορευτής αποκτά μάτια!**

Θα ήταν πολύ ωραία αν ο Χορευτής σας μπορούσε να κινείται μέσα στα όρια μιας συγκεκριμένης περιοχής. Για να συμβεί αυτό, χρειάζεται εργαλεία για να ανιχνεύει το περιβάλλον του. Αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια αισθητήρων. Ας υποθέσουμε ότι τα όρια της πίστας χορού καθορίζονται από μαύρο χρώμα. Θα μάθουμε στο Χορευτή να αναγνωρίζει το μαύρο χρώμα και να σταματά όταν το συναντά.

**Δραστηριότητα 1: Αισθητήρας φωτός**

Αναγνωρίστε τον αισθητήρα φωτός και συναρμολογήστε τον στη βασική κατασκευή του Χορευτή.

Ο αισθητήρας φωτός μπορεί να μετρήσει την ένταση του φωτός σε ένα χώρο ή την ένταση του φωτός που εκπέμπει μια επιφάνεια. Μπορεί, επομένως, να ξεχωρίσει το φωτεινότερο σημείο από ένα λιγότερο φωτισμένο. Μπορεί να ξεχωρίσει ένα φωτεινό χρώμα από ένα σκούρο.



Πώς όμως λειτουργεί ο αισθητήρας φωτός;

- Ο αισθητήρας ελέγχει το περιβάλλον του και μετρά τη φωτεινότητα.
- Παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα όταν στο περιβάλλον του επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες (για παράδειγμα, ενεργοποιείται όταν η ένταση του φωτισμού είναι μεγαλύτερη από 40). Αυτή η συνθήκη ορίζεται κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού του αισθητήρα.
- Το σήμα αυτό καταγράφεται από τον υπολογιστή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών.

**Δραστηριότητα 2:**

**2.α** Δημιουργήστε το ακόλουθο πρόγραμμα ή ζητήστε από τον καθηγητή σας να σας υποδείξει πού θα το βρείτε. Η εικόνα-εντολή που βλέπετε για πρώτη φορά είναι η Wait for/Light. (Οι ρυθμίσεις του αισθητήρα φαίνονται στην επόμενη σελίδα).



**2. β** Τι νομίζετε ότι θα κάνει ένα τέτοιο πρόγραμμα όταν εκτελεστεί;

Υπόδειξη: Για να απαντήσετε σε αυτή την ερώτηση, καλό είναι να κοιτάξετε με προσοχή τις ρυθμίσεις της εντολής.

Τιμή του αισθητήρα

Τιμές που προκαλούν ενεργοποίηση του αισθητήρα

Συνθήκη του αισθητήρα

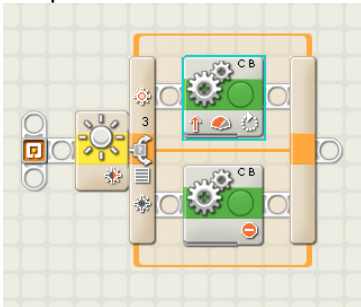
2.γ Δοκιμάστε το πρόγραμμα (θα χρειαστείτε μια σκουρόχρωμη επιφάνεια). Μπορείτε να περιγράψετε με λόγια τη συμπεριφορά του Χορευτή;

Συμπληρώστε τον πίνακα.

Τιμή μέτρησης του αισθητήρα	Ικανοποιείται η συνθήκη του αισθητήρα;	Ενέργεια του χορευτή

### Δραστηριότητα 3:

Το πρόγραμμα που υλοποιήσατε στη δραστηριότητα 2 θέτει σε κίνηση το Χορευτή και τον ακινητοποιεί όταν συναντήσει σκουρόχρωμη επιφάνεια. Με ποιον τρόπο όμως θα μπορούσε ο Χορευτής να αποφασίζει εξαρχής αν θα κινηθεί ή θα παραμείνει ακίνητος ανάλογα με το χρώμα της επιφάνειας στην οποία βρίσκεται; Μπορείτε να υλοποιήσετε το παρακάτω πρόγραμμα και να το δοκιμάσετε.



Ποια είναι η λειτουργία της εντολής Switch που βλέπετε εδώ για πρώτη φορά;

Με ποιον τρόπο θα πετύχουμε συνεχή επανάληψη αυτού του προγράμματος;

**Φύλλο εργασίας 4: Χορευτής**

Microwords EX Robotics

**Ο Χορευτής αποκτά μάτια!**

Θα ήταν πολύ ωραία αν ο Χορευτής σας μπορούσε να κινείται μέσα στα όρια μιας συγκεκριμένης περιοχής. Για να συμβεί αυτό, χρειάζεται εργαλεία για να ανιχνεύει το περιβάλλον του. Αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια αισθητήρων. Ας υποθέσουμε ότι τα όρια της πίστας χορού καθορίζονται από μαύρο χρώμα. Θα μάθουμε το Χορευτή να αναγνωρίζει το μαύρο χρώμα και να σταματά όταν το συναντά.

**Δραστηριότητα 1: Αισθητήρας φωτός**

Αναγνωρίστε τον αισθητήρα φωτός και συναρμολογήστε τον στη βασική κατασκευή του Χορευτή.

Ο αισθητήρας φωτός μπορεί να μετρήσει την ένταση του φωτός σε ένα χώρο ή την ένταση του φωτός που εκπέμπει μια επιφάνεια. Μπορεί επομένως να ξεχωρίσει το φωτεινότερο σημείο από ένα λιγότερο φωτισμένο. Μπορεί να ξεχωρίσει ένα φωτεινό χρώμα από ένα σκούρο.



Πώς όμως λειτουργεί ο αισθητήρας φωτός;

- Ο αισθητήρας ελέγχει το περιβάλλον του και μετρά τη φωτεινότητα.
- Παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα όταν στο περιβάλλον του επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες (για παράδειγμα, ενεργοποιείται όταν η ένταση του φωτισμού είναι μεγαλύτερη από 40). Αυτή η συνθήκη ορίζεται κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού του αισθητήρα.
- Το σήμα αυτό καταγράφεται από τον υπολογιστή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών.

**Δραστηριότητα 2: Ο Χορευτής σταματά όταν συναντήσει μαύρη γραμμή**

**2.α** Δημιουργήστε το ακόλουθο πρόγραμμα στην καρτέλα NXT.

```
to stop  
con bon  
waituntil [light3 < 30]  
coff boff  
end
```

**2.β** Τι νομίζετε ότι θα κάνει ένα τέτοιο πρόγραμμα όταν εκτελεστεί;

---

---

---

**2.γ** Δοκιμάστε το πρόγραμμα (θα χρειαστείτε μια σκουρόχρωμη επιφάνεια). Μπορείτε να περιγράψετε με λόγια τη συμπεριφορά του Χορευτή;

--

**Υπόδειξη:** Για να γίνει δοκιμή του προγράμματος θα πρέπει οι κινητήρες να είναι συνδεδεμένοι στις θύρες C, B και ο αισθητήρας φωτός στη θύρα 3.

**2.δ.** Η εντολή που συναντάτε εδώ για πρώτη φορά είναι η `waituntil [light3 < 30]`

Οι τιμές του αισθητήρα φωτός (`light3`) χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα για το έλεγχο των κινητήρων.

Συμπληρώστε τον πίνακα.

Αν η τιμή μέτρησης του αισθητήρα φωτός είναι:	Ικανοποιείται η συνθήκη της εντολής <code>waituntil;</code> (ναι/όχι)	Κατάσταση των κινητήρων; (on/off)
20		
50		

### Δραστηριότητα 3:

Το πρόγραμμα που υλοποιήσατε στη δραστηριότητα 2 θέτει σε κίνηση το Χορευτή και τον ακινητοποιεί όταν συναντήσει σκουρόχρωμη επιφάνεια. Με ποιον τρόπο όμως θα μπορούσε ο Χορευτής να αποφασίζει εξαρχής αν θα κινηθεί ή θα παραμείνει ακίνητος ανάλογα με το χρώμα της επιφάνειας στην οποία βρίσκεται; Μπορείτε να υλοποιήσετε το παρακάτω πρόγραμμα και να το δοκιμάσετε.

Με ποιον τρόπο θα πετύχουμε συνεχή επανάληψη αυτού του προγράμματος;

#### Μικρός οδηγός:

Οι τιμές του αισθητήρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις εντολές `if` και `ifelse`.

`if συνθήκη` [εντολές]

`ifelse συνθήκη` [εντολές1] [εντολές2]

Παράδειγμα

<code>if light3 &gt; 30</code> [con bon wait 4 ]	Αν η τιμή του αισθητήρα είναι μεγαλύτερη από 30 τότε θα κινηθούν οι κινητήρες για 4 δευτερόλεπτα
<code>ifelse light3 &gt; 30</code> [con bon wait 4 ] [beep]	Αν η τιμή του αισθητήρα είναι μεγαλύτερη από 30 τότε θα κινηθούν οι κινητήρες για 4 δευτερόλεπτα, αλλιώς θα ακουστεί ένας ήχος.

Άλλες χρήσιμες εντολές:

<code>display 55</code>	Εμφανίζει στην οθόνη του NXT την τιμή 55
<code>display sound2</code>	Εμφανίζει στην οθόνη του NXT την τιμή του αισθητήρα ήχου που είναι συνδεδεμένος στη θύρα 2





3. Χρησιμοποιήστε τον υπολογιστή για να συνεχίσετε το ημερολόγιο εργασίας σας. Σημειώστε:

- Ημερομηνία:
- Ποιο πρόβλημα προσπαθήσατε να αντιμετωπίσετε;
- Ποιες δοκιμές κάνατε;
- Ποια ήταν τα αποτελέσματα;

4. Συντάξτε ένα κείμενο υποστήριξης της λύσης που προτείνετε.

- Περιγράψτε την κατασκευή σας.
- Περιγράψτε τις λειτουργίες που παρουσιάζει.
- Υποστηρίξτε με επιχειρήματα τις επιλογές σας.
- Καταγράψτε τα θετικά σημεία και τις αδυναμίες της πρότασής σας, καθώς και τις προτάσεις σας για μελλοντική βελτίωση.

5. Ετοιμάστε την παρουσίαση της εργασίας σας.

Για να οργανώσετε μία αποτελεσματική έρευνα ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα:

- Ορισμός του προβλήματος.
- Αναζήτηση πληροφοριών και διατύπωση ιδεών που θα οδηγήσουν στη λύση.
- Αξιολόγηση των ιδεών και επιλογή των κατάλληλων.
- Σχεδιασμός της λύσης στο χαρτί.
- Υλοποίηση, δοκιμή και διόρθωση.
- Αξιολόγηση με βάση συγκεκριμένα κριτήρια.
- Περιγραφή της λύσης και υποστήριξη των επιλογών σας.
- Παρουσίαση.

Θυμηθείτε:

- Όταν δεν ξέρουμε πώς να συνεχίσουμε, διατυπώνουμε καθαρά την ερώτηση/πρόβλημα που οφείλουμε να αντιμετωπίσουμε.
  - Όταν κάτι δουλεύει, τότε μας αξίζει επιβράβευση.
  - Μαθαίνουμε κάτι καινούργιο όταν κάτι δεν δουλεύει.
  - Αξίζει να επιλέγουμε τον πιο απλό τρόπο για να κάνουμε κάτι.
  - Αν κάτι έχει νόημα για εμάς, τότε μπορεί να έχει νόημα και για τους άλλους.
-

## Φύλλο εργασίας 7: Χορευτής

## Φύλλο αξιολόγησης μαθητή

<b>Οικοδόμηση γνώσης</b>	Αφομοιώνει απόλυτα τις νέες γνώσεις και τις αξιοποιεί σε νέα προβλήματα. Σταθερά τεκμηριώνει τις απόψεις του με αποδείξεις & επιχειρήματα.	Συχνά αφομοιώνει απόλυτα τις νέες γνώσεις και τις αξιοποιεί σε νέα προβλήματα. Συχνά τεκμηριώνει τις απόψεις του με αποδείξεις.	Μελετά και οργανώνει νέες γνώσεις χωρίς να τις κατανοεί πλήρως. Μαθαίνει το αντικείμενο της δικής του εργασίας, αλλά όχι των άλλων.	Αποτυγχάνει να κατανοήσει νέες γνώσεις. Αποτυγχάνει να αξιοποιήσει το 'πρόβλημα' για να μάθει κάτι νέο.
<b>Δεξιότητες διερεύνησης</b>	Αναζητά ενεργά και αναγνωρίζει τις ελλείψεις του. Τακτικά αναζητά και θέτει διερευνητικές ερωτήσεις. Αξιοποιεί προωθημένες στρατηγικές αναζήτησης. Αναγνωρίζει τις μαθησιακές ανάγκες του & θέτει ρεαλιστικούς στόχους.	Αναγνωρίζει τις ελλείψεις του. Συχνά θέτει διερευνητικές ερωτήσεις. Αξιοποιεί κατάλληλες στρατηγικές αναζήτησης.	Περιστασιακά θέτει θέματα προς διερεύνηση μόνος του. Περιστασιακά θέτει ερωτήσεις. Αξιοποιεί τεχνικές αναζήτησης, ωστόσο δυσκολεύεται να αξιολογήσει τις πηγές που εντοπίζει.	Περιμένει να του ανατεθούν θέματα προς διερεύνηση. Σπάνια θέτει ερωτήσεις. Αποτυγχάνει να αξιολογήσει πηγές. Επιδεικνύει μη συστηματικές στρατηγικές αναζήτησης.



<b>Επίλυση προβλημάτων</b>	Αναγνωρίζει το πρόβλημα και μπορεί να ορίσει με σαφήνεια τα κύρια σημεία και τους στόχους του. Αποδομεί το πρόβλημα σε υπο-προβλήματα. Ορίζει κατάλληλα κριτήρια. Αναπτύσσει μοντέλα, κάνει υποθέσεις, χρησιμοποιεί στρατηγικές επίλυσης προβλήματος.	Συχνά αναγνωρίζει το πρόβλημα και μπορεί να ορίσει τα κύρια σημεία και τους στόχους του. Αναγνωρίζει κριτήρια. Περιστασιακά αναπτύσσει μοντέλα κάνει υποθέσεις, χρησιμοποιεί στρατηγικές.	Βασίζεται στην ομάδα για να αναγνωρίσει τα κύρια σημεία και στόχους προβλήματος. Κάποιες φορές διατυπώνει υποθέσεις.	Αποτυγχάνει - να ορίσει το πρόβλημα - να εφαρμόσει στρατηγικές για την επίλυση του προβλήματος - να αναπτύξει ένα αναλυτικό πλαίσιο εργασίας.
<b>Δεξιότητες συνεργασίας</b>	Ενεργά υποστηρίζει την ομάδα να αναπτύξει δεξιότητες συνεργασίας. Το εμείς προηγείται του εγώ. Σταθερά εκφράζει απογοήτευση, διαφωνία, ενθουσιασμό, υποστήριξη σε άλλους. Είναι πάντα συνεπής. Δείχνει την εκτίμησή του για τη συνεισφορά των άλλων.	Συχνά υποστηρίζει ομαδικούς στόχους. Συχνά αποφεύγει τη μη χρήσιμη συνεισφορά. Εκφράζει διαφωνία άμεσα, ενθουσιασμό και συμμετοχή. Υποστηρίζει συναισθηματικά τους άλλους. Είναι συνεπής. Γενικά, δείχνει να εκτιμά τους άλλους	Συμπορεύεται με την ομάδα. Ακολουθεί αλλά δεν ηγείται. Αποφεύγει την αντιπαράθεση. Έχει περιορισμένη αλληλεπίδραση. Περιστασιακά εμφανίζεται απροετοίμαστος.	Δεν υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας. Αποτυγχάνει να είναι συνεπής. Έχει μικρή συνεισφορά στην ομαδική εργασία. Δείχνει ελάχιστο ενθουσιασμό ή εμπλοκή στην ομάδα.

## Σύνοψη

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου παρουσιάστηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά της μάθησης σε σχολικό περιβάλλον με την αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών και το παιδαγωγικό πλαίσιο που διαμορφώνεται στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση δραστηριοτήτων. Προτάθηκε, μέσα από τη σύνθεση διαφορετικών μοντέλων, ένα θεωρητικό πλαίσιο για την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών και παρουσιάστηκε ένα παράδειγμα συνθετικής εργασίας. Μέσα από την περιγραφή της συνθετικής εργασίας έγινε δυνατή η παρατήρηση των κατάλληλων δράσεων που μπορεί να οδηγήσουν στην αποτελεσματική κινητοποίηση των μαθητών, στην καθοδήγησή τους σε κατευθυνόμενους πειραματισμούς, στην ελεύθερη εξερεύνηση και τελικά στην αυτόνομη δημιουργία. Ταυτόχρονα, παρουσιάστηκαν εργαλεία με τα οποία μπορεί ο μαθητής να οργανώσει την εργασία του, να παρακολουθήσει την εξέλιξή της και να την αξιολογήσει. Δόθηκαν, επίσης, αναλυτικά φύλλα εργασιών τα οποία επιτρέπουν την εισαγωγή στη χρήση των λογισμικών LEGO MINDSTORMS Education NXT και Microwords EX Robotics. Ελπίζουμε ότι το παρόν κεφάλαιο μπορεί να λειτουργήσει ως μία καλή αφετηρία για την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο σχολείο.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ackermann, E. (2001), Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference?, Retrieved 22/9/2008 from MIT OpenCourseWare Media Arts and Sciences Web site, <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Media-Arts-and-Sciences/MAS-962Spring-2003/Readings>.
- Brown, J., Collins, A. & Duguid, P. (1989), Situated Cognition and the Culture of Learning, *Educational Researcher*, 18(1), 32 – 42.
- Carbonaro, M., Rex, M. & Chambers, J. (2004), Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1). Retrieved 22/9/2008, from <http://imej.wfu.edu/articles/index.asp>
- Carey, S. (2000), Science educations as conceptual change, *Journal of Applied Developmental Psycholog.* 21(1), 13 – 19.
- Chi, M., Slotta, J. & Leeuw, N. (1994), From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts, *Learning and Instruction*, 4, 27 – 43.
- Denis, B. & Hubert, S. (1999), A conceptual framework of educational robotics, In 9th International conference on Artificial Intelligence in Education, AI-ED 99, Workshop on Educational Robotics, Le Mans, 45 – 54.
- Denis, B. & Hubert, S. (2001), Collaborative learning in an educational robotics environment, *Computers in Human Behaviour*, 17, 465 – 480.
- diSessa, A. & Sherin, B. L. (1998), 'What changes in conceptual change?', *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155 – 1191.

- Hoyles, C. (1993), Exploiting Logo like Learning Environments for Learning Mathematics, *In Proceedings of the 4<sup>th</sup> European Logo Conference*, 367 – 376.
- Limbos, B. (1999), When toddlers develop writing strategy through play with the ‘Floor Turtle’, In 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education AI-ED 99, Workshop on Educational Robotics, 16 – 25.
- McCartney, R. (1996), Introduction to robotics in computer science and engineering education, *Computer Science Education*, 7(2), 135 – 137.
- Papert, S. (1991). Situating Constructivism, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1 – 11.
- Papert, S. (2000), What’s the big idea: Towards a pedagogy of idea power, *IBM Systems Journal*, 39(3 – 4).
- Resnick, M. & Ocko, S. (1991), Lego/Logo Learning Through and About Design, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 141 – 150.
- Resnick, M. (1991), Xylophones, Hamsters, and Fireworks: The Role of Diversity in Constructionist Activities, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 151 – 158.
- Resnick, M. (1993), Behavior Construction Kits, *Communications of the ACM*, 36(7), 64 – 71.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K. & Silverman, B. (1998), Digital manipulatives: new toys to think with, In Karat, C., Lund, A., Coutaz, J. & Karat, J. (eds.), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, 281 – 287.
- Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. & Silverman, B. (1996), Programmable Bricks: Toys to Think With. *IBM Systems Journal*, 35(3 – 4), 443 – 452.
- Resnick, M. & Silverman, B. (2005), Some reflections on designing construction kits for kids, In *Proceeding of the 2005 conference on Interaction design and children*, Boulder, Colorado, 117 – 122.
- Rusk, Z. N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008), New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation, *Journal of Science Education Technology*, 17, 59 – 69.
- Savery, J. R. & Duffy, M. T. (1995), Problem Based Learning: An instructional model and its constructivist framework, *Educational Technology*, 35, 31 – 38.
- Turbak, F. & Berg, R. (2002), Robotic Design Studio: Exploring the big ideas of engineering, *Liberal Arts Environment, Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 237 – 253.

- Δημητρίου, Α. & Χατζηκρανιώτη, Ε. (2003), Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων, Στα *Πρακτικά του 2ου Συνεδρίου Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος, 146 – 157.
- Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ. & Ευαγγελίδης, Γ.(2005), Μία Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, Στα *Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Η Διδακτική της Πληροφορικής, Κόρινθος*, 212 – 220.
- Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιερρή, Ε. (2006), Οι ρομποτικές κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση Εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο: Μια Μελέτη Περίπτωσης, Στα *Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, Θεσσαλονίκη, 310 – 317.
- Κόμης, Β. (2004), *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ*, Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κυνηγός, Χ. & Φράγκου, Σ. (2000), Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Ελέγχου στη Τάξη, Στο Κόμης, Β. (επιμ.): *Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή “Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση”*, Πάτρα, 265 – 274.

### **Χρήσιμοι Ιστοχώροι**

- Lego Mindstorms με ηλεκτρονική διεύθυνση  
[http://mindstorms.lego.com/eng/Hong\\_Kong\\_dest/default.aspx](http://mindstorms.lego.com/eng/Hong_Kong_dest/default.aspx). Η επίσημη ιστοσελίδα της Lego για τα προϊόντα ρομποτικής Mindstorms. Θα βρείτε πληροφορίες για τα προϊόντα τους, κατασκευαστές και κοινότητες χρηστών. Επίσης, υπάρχουν δεκάδες παραδείγματα εφαρμογών με NXT.
- User manual στην ηλεκτρονική διεύθυνση  
[http://cache.lego.com/downloads/education/9797\\_LME\\_UserGuide\\_US\\_low.pdf](http://cache.lego.com/downloads/education/9797_LME_UserGuide_US_low.pdf):  
 Βρείτε τις οδηγίες χρήσης του NXT και των αισθητήρων του.
- Lego Digital Designer, με ηλεκτρονική διεύθυνση <http://ldd.lego.com/>: Εδώ θα βρείτε το λογισμικό Lego Digital Designer και τις απαραίτητες οδηγίες για να φτιάξετε αρχεία οδηγιών συναρμολόγησης των κατασκευών σας.
- Carnegie Mellon University Robotics Academy, με ηλεκτρονική διεύθυνση  
<http://www.education.rec.ri.cmu.edu/index.htm>: Ιστοσελίδα αφιερωμένη στην ένταξη της ρομποτικής στα σχολεία με προτάσεις, μαθήματα και πληροφορικό υλικό.
- Microsoft Robotics Developer Centre, με ηλεκτρονική διεύθυνση  
[http://msdn.microsoft.com/el-gr/robotics/default\(en-us\).aspx](http://msdn.microsoft.com/el-gr/robotics/default(en-us).aspx): Η επίσημη ιστοσελίδα ρομποτικής της Microsoft. Θα βρείτε το λογισμικό Microsoft Robotics Developer Studio, οδηγίες για τη λειτουργία του καθώς και κοινότητες χρηστών.
- Oregon Robotics Tournament and Outreach Program, Catlin Gabel School με ηλεκτρονική διεύθυνση [http://www.ortop.org/NXT\\_Tutorial/html/about.html](http://www.ortop.org/NXT_Tutorial/html/about.html): Θα βρείτε μαθήματα για το λογισμικό NXT-G.

The Futures Channel, με ηλεκτρονική διεύθυνση

[http://www.thefutureschannel.com/dockets/hands-on\\_math/reliable\\_robots/#abclesson](http://www.thefutureschannel.com/dockets/hands-on_math/reliable_robots/#abclesson).

Θα βρείτε βίντεο με ρομπότς κατάλληλα για εισαγωγή αντίστοιχων εννοιών.

Lego NXT Robots Blog and Discussion Forum, με ηλεκτρονική διεύθυνση

<http://www.nxtclub.com/>. Ενδιαφέροντα παραδείγματα και χρήσιμες πληροφορίες για κατασκευές και προγραμματισμό.

LCSI με ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.microworlds.com/>: Η επίσημη ιστοσελίδα της LCSI, όπου θα βρείτε πληροφορίες και εφαρμογές για το λογισμικό Microwords EX Robotics.